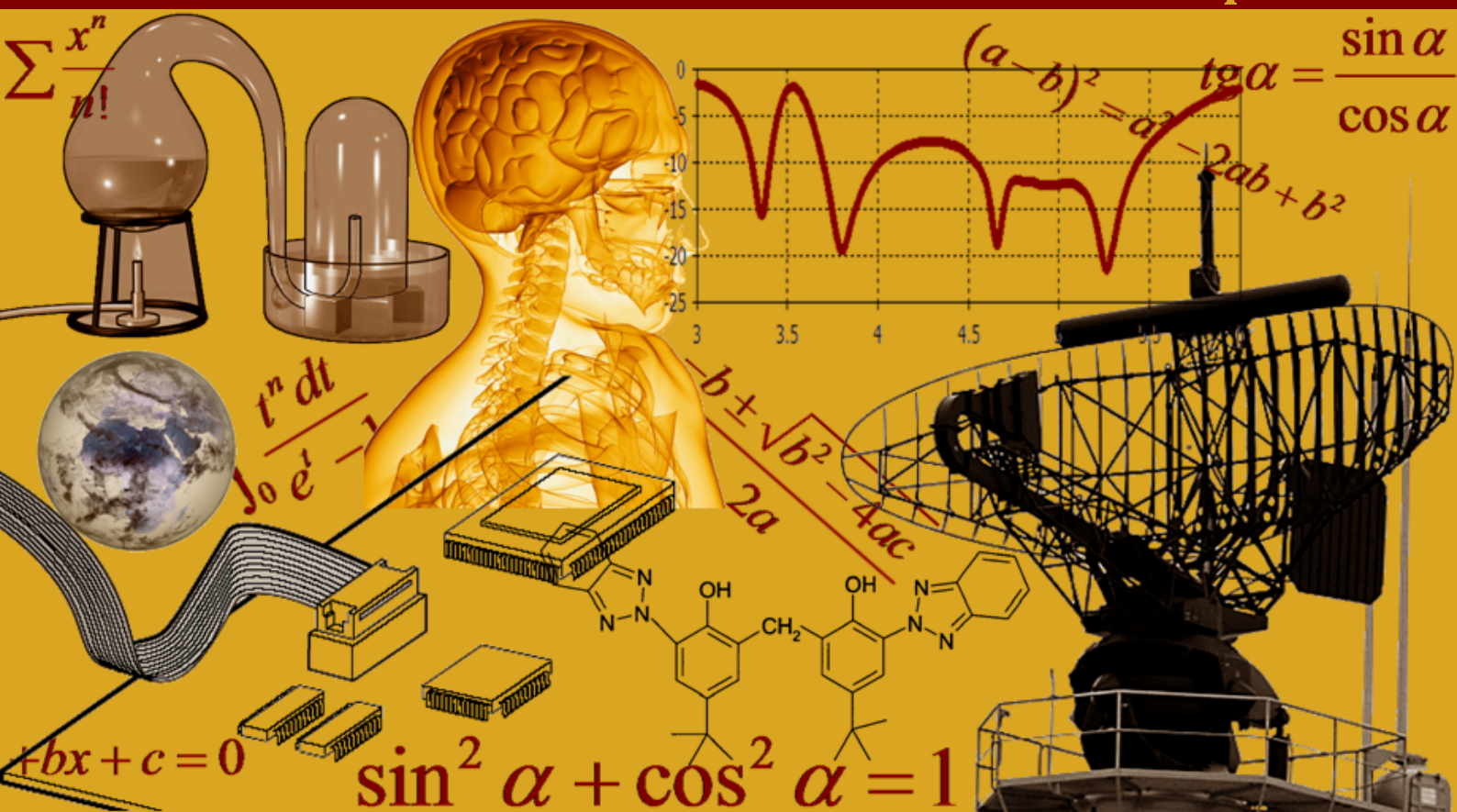


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 14 N. 2 April 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

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

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

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

Table of Contents

CLASSEMENT DES CARTES DANS LA CARTOTHEQUE DU CENTRE DE RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES DE LWIRO	112-117
Cartographie des sites sinistrés par les glissements de terrain du 17 au 26/01/2014 dans le bassin du Lac Kivu à Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo	118-126
Quelques perspectives de vulnérabilité humaine face aux catastrophes en milieu rural à la côte occidentale du Lac Kivu, RD Congo	127-133
Etude des plantes indicatrices des stations pour choisir une essence adaptée au sol de la région de Lwiro, Sud-Kivu (RD Congo)	134-145
Contribution à la lutte contre <i>Pseudomonas solanacearum</i> agent du flétrissement bactérien de <i>Solanum tuberosum</i> par les extraits de <i>Tephrosia vogelii</i> et <i>Nicotiana tabacum</i>	146-153
A Comparative Study of the Use of Statistical Process Control in Monitoring Health Care Delivery	154-158
Growth and yield responses of two Tunisian pepper (<i>Capsicum annum</i> L.) varieties to salinity and drought stress	159-167
Effet de quelques facteurs physico-chimiques sur la gynogenèse in vitro de trois variétés de Blé dur	168-177
Devolatilization of Wood in Fluidized Beds-A Review of Research on Experiments and Modelling	178-187
Application of electrical prospecting to lithological facies mapping in the Tselfat ridge, Morocco	188-197
Détermination de la prévalence des Infections du site opératoire chez les opérés de l'hôpital Mohamed V de Meknès	198-207
REPRESENTATION AND MISREPRESENTATION OF WOMEN IN HISTORY TAUGHT AT SECONDARY SCHOOL LEVEL IN KENYA	208-217
Health profile of adolescent boys of Sagar City, Madhya Pradesh, India	218-223
The study of transverse palmar creases among Lodhis' of Sagar district, (Madhya Pradesh), India	224-227
COMMERCIAL BICYCLIST INJURIES IN KISUMU CITY, KENYA: AN EPIDEMIOLOGY OF A NEGECTED PROBLEM	228-235
PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY IN UGHELLI AND ITS ENVIRONS, DELTA STATE NIGERIA	236-243
Les dix mètres de rive du Lac Kivu à Bukavu, une catastrophe environnementale dans l'avenir	244-251
L'hydatidose humaine dans la région de Rabat (Maroc) : Etude de prévalence et apport du diagnostic sérologique	252-258
Numerical Solution of MHD Viscous Flow of Micropolar Fluid Over a Shrinking Sheet using SOR Iterative Procedure	259-267
AMELIORATION DU ROUISSAGE DU MANIOC PAR UTILISATION D'UN STARTER MICROBIEN DE TROIS SOUCHES	268-277
Consumer Buying Behavior	278-286
Correlation of Learners' Brain Dominance and Mathematics Performance: An Investigation in Educational Setting	287-292
RELATIONSHIP BETWEEN CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT, SERVICE QUALITY IMPROVEMENT AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN MALAYSIAN HEALTHCARE INDUSTRY	293-302
Contribution à l'évaluation de la performance du port et terminal à conteneur : cas Tanger Med	303-315

CLASSEMENT DES CARTES DANS LA CARTOTHEQUE DU CENTRE DE RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES DE LWIRO

[ORDERING OF MAPS IN THE LIBRARY OF THE RESEARCH CENTER IN NATURAL SCIENCES OF LWIRO]

K. Bunduki¹, N. Mushayuma², and B. Matembera¹

¹Département de Documentation et Education,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles(CRSN) Lwiro, DS./Bukavu,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Département de l'Environnement,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles(CRSN) Lwiro, DS./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: A systematic ordering of the maps and plane has been led in the library of the Research Center in Natural Sciences of Lwiro. The methods used are the following: observation method and interpretation that consisted to the numbering of maps by domain and identification with numbering of the maps without scale and cards with scale. A total of 1.530 maps were classified: regional maps: 1 101 maps with 192 maps without scale; 159 geophysical maps in which 35 without scale; 64 geological maps in which 5 without scale; 32 maps of medical entomology in which 6 without scale and 175 maps without title (theme) and without scale; either a total of 413 maps without scale against 1.116 maps with scale that means having a domain and a scale (complete maps).

KEYWORDS: maps, ordering, library, research center in natural sciences.

RESUME: Un classement systématique des cartes et plans a été mené dans la cartothèque du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro. Les méthodes utilisées sont les suivantes : Méthode d'observation et d'interprétation qui a consisté au dénombrement des cartes par domaine et identification avec dénombrement des cartes sans échelle et cartes avec échelle. L'étude est réalisée dans la cartothèque du centre de recherche en sciences naturelles de Lwiro Au total 1 530 Cartes étaient classées : cartes régionales : 1 101 cartes avec 192 cartes sans échelle ; 159 cartes géophysiques dont 35 sans échelle ; 64 cartes géologiques dont 5 sans échelle ; 32 cartes d'entomologie médicale dont 6 sans échelle et 175 cartes sans titre (thème) et sans échelle ; soit un total de 413 cartes sans échelle contre 1 116 cartes avec échelle c'est-à-dire ayant un domaine et une échelle (cartes complètes).

KEYWORDS: cartes, classement, cartothèque, Lwiro.

INTRODUCTION

Le Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN/Lwiro) dispose d'une cartothèque et d'une salle de cartographie. Ces cartes servaient aux recherches sur terrain à plusieurs chercheurs du Centre. Plusieurs cartes ont été élaborées, soit agrandies ou réduites par le service de cartographie [1].

La cartographie ancienne représente un champ d'étude particulièrement vaste, complexe et divers, à la charnière de plusieurs disciplines. Comme l'explique très justement Catherine Hofmann, « la carte est un mode d'expression graphique qui a servi bien des visées différentes et qui entretient, de ce fait, des liens étroits avec de nombreux domaines du savoir : géographie et sciences sociales, navigation et exploration, art militaire et guerre, urbanisme et architecture, édition et gravure, littérature, art » [2].

Chaque carte a sa propre finalité, descriptive ou explicative et témoigne d'un contexte spécifique de production (administrative, politique, scientifique, etc.). Ce n'est pas seulement un support différent, c'est également un mode de représentation avec ses codes et son langage. Il est donc difficile d'appréhender la cartographie ancienne dans un laps de temps réduit et d'autant plus nécessaire d'acquérir un minimum de connaissances techniques préalables. La lecture d'une carte ancienne réclame une grande attention à tous les détails [3].

La cartographie et a fortiori la cartographie ancienne constituent un univers tout aussi fascinant que complexe, dont les aspects techniques et le caractère scientifique peuvent rebuter le néophyte comme les professionnels des bibliothèques eux-mêmes. Cependant des perspectives nouvelles de valorisation ont émergé avec le développement de la numérisation en bibliothèque et l'on constate que les cartes et plans occupent la première place dans ces nouveaux projets. La réflexion professionnelle sur le traitement et la conservation des cartes et plans en bibliothèque publique s'avère aujourd'hui encore relativement pauvre et pourtant c'est ignorer une réelle richesse patrimoniale et scientifique. L'on sait que les documents cartographiques sont parmi les plus fragiles et nécessitent de ce fait des conditions de communication particulièrement strictes pour limiter les dégâts occasionnés sur les cartes (déchirures en particulier) Il semble tout à fait indispensable de terminer en premier lieu le catalogage de la collection avant d'envisager tout autre mesure de valorisation [4].

Un classement peut être méthodique lorsque les livres, cartes y sont décrits dans l'ordre de discipline auxquels ils appartiennent, alphabétique si l'on y décrit les livres, cartes dans l'ordre alphabétique de matière, soit dans l'ordre alphabétique des titres d'ouvrages [5].

Suite aux déménagements intervenus dans ce service et au manque d'un personnel compétent, les cartes et les plans ont été déposés dans un désordre, entassés et mêlés sans aucune norme de classification. Suite à ces pérégrinations et perturbations du fond cartographique, il était difficile de connaître la richesse cartographique de la cartothèque du CRSN/LWIRO alors que les chercheurs en ont besoin pour leurs diverses recherches. En plus de cela, La réflexion professionnelle sur le traitement et la conservation des cartes et plans en bibliothèque publique s'avère aujourd'hui encore relativement pauvre et pourtant c'est ignorer une réelle richesse patrimoniale et scientifique. C'est précisément la situation du Laboratoire de cartographie du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro. D'où il était impérieux de faire un classement de ces cartes et plans par thème, domaine.

L'objectif de ce travail est de mettre en place les stratégies favorables à la meilleure gestion du patrimoine cartographique du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro en vue de contribuer efficacement aux travaux de recherche. Ceci va nous permettre de Classer ces cartes et plans par thèmes et par domaines, décrire ces cartes et plans et réhabiliter ces cartes et plans usés.

MILIEU D'ETUDE

Ce travail s'est réalisé dans la cartothèque du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro. Cette cartothèque comprend des cartes régionales de différentes provinces et différents territoires de la République Démocratique du Congo, les cartes géologiques et géophysiques, les cartes de l'Afrique et du monde, les cartes d'entomologie médicale, les cartes sur la biodiversité et les rivières du Congo, les plans d'aménagement des différents Centres de Recherche etc. Le Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro est une institution de recherche étatique, situé à 40 Km au Nord de Bukavu et à 7 Km de la bordure occidentale du lac Kivu au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo. Basé à Lwiro, longitude 28°48'50,7" Est et latitude 2°14'25,5" Sud, se situe à 1675 mètre d'altitude [6]. Ce centre a été créé en 1947, pendant la période coloniale. Les figures (1, 2, 3 et 4) représentent respectivement les bâtiments administratifs, les complexes laboratoires, le Guest House et la bibliothèque centrale du CRSN/ Lwiro.

Il est situé à l'Ouest de l'aéroport de Kavumu et environ 40km de la ville de Bukavu, chef-lieu de la Province. Les données géo climatiques récoltées à la station météorologique du Centre indiquent une température de 19.9°C. Il est balayé par un climat d'altitude de 1750m à double saison, à dominance pluvieuse. La pluviosité est supérieure à 1600mm/an. Une végétation de savane à l'Ouest où se pratique un jardinage zoologique.

Le Centre couvre une grande superficie dans une mesure où il possède en plus les laboratoires et bureaux, les habitations des chercheurs et des administratifs, la maternité, l'Hôpital pédiatrique, les champs d'expérimentation et étangs piscicoles spécialement pour subvenir à la carence alimentaire des enfants. A part son siège, le CRSN comprend, la Sous station d'Irangi à plus ou moins 110km à l'ouest de Lwiro et le bureau de liaison de Kinshasa.

A sa création, le Centre est appelé Institut de Recherche Scientifique en Afrique Centrale (IRSAC), crée par l'arrêté signé à Léopold ville le 1er juillet 1947. Monsieur Louis VAN BERGHE, professeur honoraire à l'institut de médecine tropicale était nommé Directeur de l'IRSAC en janvier 1948 et rejoignait son poste au Congo Belge en juin de la même année. C'est ainsi que par le concours de circonstance favorable lié à la colonisation que le Centre de Lwiro devient rapidement le Centre de Recherche de l'IRSAC le plus important et le siège de sa Direction. La 1ère route d'accès et la 1ère construction furent réalisées en 1951. Le plan d'urbanisation fut déterminé en 1952 pour le terrain de Lwiro d'une superficie de 150 Hectares. Un terrain de 75Hectares situé à 4km de Lwiro fut acquis en 1952 et devient la station annexe de Tshibati. Le grand effort de construction fut porté de 1952 et le 24 juillet 1956, 5ans après le début de l'entreprise. En fin en 1956, d'autres associations continuèrent à offrir leur assistance à l'IRSAC. L'arrêté portant création de l'IRSAC fut changé par l'ordonnance loi n° 75/024 du 22 octobre 1975 et le Centre prend le nom de l'IRS (Institut de Recherche Scientifique) par l'Ordonnance loi n° 75/009 du 24 Janvier 1978 signé par le Président MOBUTU Désiré à l'époque. L'ordonnance qui régissait IRS fut modifiée par le Président MOBUTU en exercice et l'Institut prend le nom du CRSN crée par l'Ordonnance loi n°82/04 du 5 Novembre 1982 signé par le Président MOBUTU.

Le CRSN ne compte actuellement que sur ses anciens Départements aux quels on peut Ajouter la Station d'IRANGI. La liste des projets à venir du CRSN n'est pas limitative. Au moins 35projets étaient en cours en 2006. Certains d'entre eux sont en voie d'être réalisés actuellement.

Il s'agit de :

- Département de Biologie : étude des plantes, étude de la flore au Kivu, étude ethnobotanique du Kivu, évaluation chimique des plantes oléagineuses, études des primates, études des insectes nuisibles aux cultures du Kivu/RDC.
- Département de géophysique : Etude de phénomènes géophysique de graben Est- Africain.
- Département de Nutrition : Etude de la Malnutrition Protéino Energétique infantile, étude de la supplémentation en vitamine A chez les enfants. Etude de salmonella dans le grand lac, minoration de la farine de servage à base d'aliments locaux.
- Département de Documentation : étude sur les banques des données bibliographique; Etude du patrimoine muséologique du CRSN/Lwiro
- Département de l'Environnement : étude des valeurs de l'environnement congolais en dégradation (forêts, eaux, sols, etc.), Conserver et protéger l'environnement congolais à travers des sessions de formation ou d'information(éducation mésologique), étude de tous les aspects dudit domaine et mettre à la disposition de tous les fruits de celle-ci en vue de son utilisation rationnelle, promouvoir les efforts de conservation locaux, régionaux et internationaux à travers les partenariats pour un développement durable.

Lwiro est situé dans le territoire de Kabare, il est couvert d'un sol volcanique et est formée par l'alternance des collines et des vallées et bénéficient d'un climat tropical humide comprenant une longue saison de pluie de 9 mois (septembre à mai) et une courte saison sèche de 3 mois (juin - août). La température annuelle moyenne de l'air est de 19,5 °C et l'humidité relative varie entre 68 % et 75 % offrant un climat favorable à une diversité agricole. La végétation est constituée d'une savane herbeuse de montagne dominée par des graminées fortement diversifiées et quelques arbustes. Cette végétation a remplacé une végétation primitive constituée de la forêt primaire à *Albizia grandibracteata* dont les reliques sont encore visibles dans les stations de Mugeru, Kakondo et Lwiro [7].

MATERIELS ET METHODES

COLLECTE DES DONNÉES

En plus de nos 4 698 cartes et plans inventoriés et classés, nous avons aussi utilisé le stylo marqueur, le ticket en carton pouvant aider à identifier les différents lots des cartes, les ciseaux, col à papier, etc. Dans le laboratoire, nous avons utilisé la **méthode d'observation directe** qui nous a servi pour classer les cartes et plans par domaine. Pour identifier la carte et le plan, nous nous référons aux critères ayant trait au thème de la carte ou du plan, l'échelle, l'année d'élaboration,, à l'Auteur et à la Légende. Toutes ces cartes ou plans qui ne portaient pas surtout le titre et l'échelle, étaient d'office classés sur base de leur manquement (cartes sans titre, carte sans échelle) car il suffisait qu'une carte manque ces deux éléments importants pour que le reste ne figure pas sur cette carte ou plan ; car une carte sans échelle est considérée comme un croquis et n'a donc aucune valeur scientifique. Aussi nous avons suivi les normes standards des autres cartothèques [8].

Sur chaque carte ou plan, nous donnions un numéro de classement et nous les classions dans l'armoire en mettant au-dessus un ticket en carton écrit au marqueur identifiant les lots de cartes s'y trouvant ainsi que le numéro de classement disponible dans cette armoire.

ANALYSE DES DONNÉES

La **méthode d'interprétation** nous a servi pour chercher les moyennes, les pourcentages et pour connaître la représentativité de chaque domaine de cartes.

$$\text{Pourcentage} = \frac{n \times 100}{N};$$

n = nombre total de domaines des cartes,

N = nombre total des cartes classées,

$$\text{Moyenne} = \frac{\sum N}{n}$$

$\sum N$ = somme des cartes et plans classés dans la cartothèque.

n= nombre total de domaine complet.

RESULTATS

Résultats du classement des cartes dans la cartothèque du CRSN/Lwiro.

Tableau 1 : Classement des cartes par domaine

Domaine de la carte	Nbre	Cartes complètes	Cartes sans échelles	%
1. Cartes régionales	1101	909	192	71,9
2. Cartes géologiques	64	59	05	4,18
3. Cartes géophysiques	159	122	35	10,4
4. Cartes d'entomologie médicale	32	26	06	2,09
5. Cartes sans titres et sans échelles (croquis)	175	0	175	11,4
Total	1530	1116	413	100

Il ressort de ce tableau que le classement des cartes et plans dans cette cartothèque du CRSN/Lwiro contient moins de domaines (4 domaines complets) soit 1116 cartes complètes dont 909 cartes régionales, 59 cartes géologiques, 122 cartes géophysiques et 26 cartes d'entomologie médicale et cela sans considérer les 413 cartes sans échelles et sans titres qui étaient considérées comme croquis.

Le nombre réduit des cartes et plans classés dans cette cartothèque, s'expliquerait par le fait qu'il y avait dans cette cartothèque des cartes identiques ayant mêmes thèmes, même échelles, auteurs, légendes, etc, mais lors du classement, cette masse était classée en un seul exemplaire. C'est le cas de certains bocaux métalliques qui contenaient des cartes importantes et qui étaient classées en un seul exemplaire et pourtant il y avait plus de 500 cartes dans chaque bocal.

Tableau 2 : Classement des cartes complètes par domaine

Domaine	Nbre	%
1. Cartes régionales	909	81,45
2. Cartes géologiques	59	5,28
3. Cartes géophysiques	122	10,93
4. Cartes d'entomologie médicale	26	2,32
Total	1116	100

Il ressort de ce tableau une moyenne de 279 cartes par domaine avec un pourcentage élevé des cartes régionales (81 %), cartes géologiques (5 %), cartes géophysiques (11 %) et cartes d'entomologie médicale (2 %).

Ce tableau 2 confirme aussi qu'il y a peu de domaines de cartes dans notre cartothèque car un domaine vient de disparaître suite aux normes cartographiques qui stipulent qu'une carte sans échelle est considérée comme un croquis et n'a aucune valeur scientifique [8].

DISCUSSION ET CONCLUSION

Au cours de cette étude, les résultats obtenus ont montré que notre cartothèque du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro renferme plusieurs cartes (soit 4 698 cartes inventoriées) avec peu de domaines en classement 4 domaines avec 1116 cartes et plans.

Lors d'étude précédente d'inventaire, ce sont des cartes diverses qui avaient bâti le record avec 1086 Cartes soit 23%, cela parce qu'on n'avait pas encore classé ce qui est carte diverse.

Lors du classement, au lieu de parler des cartes diverses, nous avons fait sorti de ces cartes d'autres thèmes et sommes restés avec des cartes sans échelle (croquis).

Quant au classement, ce sont les cartes régionales qui ont été coptées en générale soit 909 cartes environs 81 % ; ceci s'expliquerait par le fait que les Belges qui ont élaboré ces cartes avaient comme mission d'explorer des territoires de différentes régions d'Afrique et du Zaïre, et du Monde afin de connaître et localiser les richesses minières, agricoles, énergétiques, etc. [1].

L'étude de moyenne d'inventaire et de classement sont similaires pour les deux études, 202 cartes en inventaire contre 279 cartes au classement.

En plus, ces cartes vieilles méritent d'être actualisées pour qu'elles donnent une information fiable surtout les cartes régionales car les limites des nations changent les noms de contrées géographiques et surtout que la géographie reste une science d'actualité [10].

Cette affirmation d'Hélène, 2006 est similaire à la situation du Département de Documentation du CRSN/LWIRO. Selon cet auteur les bibliothèques municipales qui conservent des cartes et plans les ont la plupart du temps reçus en héritage des confiscations révolutionnaires et il est très rare de voir ces collections cartographiques s'enrichir. Alors que le marché du livre ancien est florissant, et que les bibliothèques accroissent leurs fonds précieux de documents imprimés ou manuscrits rares ainsi que d'estampes, les cartes et plans sont peu présents dans les acquisitions patrimoniales. On peut à cet égard déplorer l'indigence de la bibliographie professionnelle sur le traitement des documents cartographiques en bibliothèque; le document cartographique y est souvent traité comme une déclinaison du document iconographique, preuve non pas d'une désaffection, mais, me semble-t-il d'une méfiance et d'une méconnaissance de ces fonds. On aurait de la peine également à mentionner un projet de coopération nationale d'envergure concernant les cartes et plans, ou même un catalogue commun.

Plusieurs étapes ont été nécessaires pour aboutir à l'état de conservation dans lequel nous avons trouvé les cartes. Après un rapide examen, l'état général de conservation s'avère plutôt bon, grâce notamment au fait que les documents n'ont jusqu'alors jamais été communiqués au public. Les cartes sont, à première vue, toutes conservées dans les magasins du 2^e étage dans des meubles à plans d'un certain âge et pas parfaitement étanches à la poussière. Les manipulations sont délicates en raison de la surcharge de certains tiroirs et de l'hétérogénéité des formats des cartes : les plus grandes dépassent des pochettes dans lesquelles elles sont conservées, ce qui induit un risque de pliure et de cassure pour les marges. Quelques cartes sont également conservées en Réserve. Les strates des traitements successifs apparaissent visiblement et dénotent une absence d'harmonisation des pratiques et de perspective d'ensemble [4].

Le conservateur responsable des fonds patrimoniaux de la Bibliothèque municipale classée du Havre occupe cette fonction depuis 2000. Parmi ses priorités figure l'informatisation de l'ensemble du fonds patrimonial de la bibliothèque, soit environ 60 000 notices dont 12 000 sont déjà entrées dans la base Aleph. Il s'attelle à cette tâche de longue haleine en cataloguant systématiquement les nouvelles acquisitions ainsi que toutes les pièces présentées à l'occasion d'une exposition. Un projet de conversion rétrospective est envisagé afin d'accélérer l'opération. Si le fonds patrimonial de la bibliothèque n'est pas encore entièrement informatisé, la plupart des documents sont catalogués sur des fichiers manuels, à disposition du public, dans la salle Tardif, réservée théoriquement à la consultation des documents patrimoniaux [4]. Cette situation est contraire à ce qui se fait au Centre de Recherche en Sciences Naturelles au Laboratoire de Cartographie.

Edwige et Françoise [11] affirment dans leur travail qu'il faut porter une grande attention aux conditions environnementales dans lesquelles sont conservés les documents cartographiques. La température doit être de 18°C avec une fluctuation de 2°C ; l'humidité relative doit être comprise entre 45 et 55% avec une fluctuation de 5% ; l'éclairage (hors exposition) doit être compris entre 50 et 200 lux. Les documents doivent être préservés des UV et de la poussière. Il est recommandé de conserver les cartes à plat, dépliées, dans des boîtes ou des tiroirs, suspendues ou dans des rouleaux ; la lisibilité du verso, qui porte fréquemment des indications manuscrites, doit être préservée. Au laboratoire de cartographie du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro ces conditions ne sont pas entièrement réunies.

Au terme de cette étude on peut noter que les cartes régionales constituent la base de la cartotheque du Centre de Recherche en Sciences Naturelles et l'étude qui suivra pourra juste nous renseigner en long et en large sur le répertoire de cette cartotheque pour bien exploiter toutes cartes sans se rendre au laboratoire et se rassurer réellement si le thème de la carte dont on aura besoin existera ou pas.

REMERCIEMENTS

Nos sentiments de gratitude au Technicien de Recherche et au Laborantin BIKANABA SHESHETI du Laboratoire de cartographie du CRSN/LWIRO pour leur contribution à la réalisation de ce travail. Enfin notre reconnaissance va à tous les professionnels passionnés et passionnants, qui ont eu la gentillesse de m'accorder de leur temps précieux pour répondre à mes nombreuses questions : Messieurs Etienne RUBONA, Désiré MUGARUKA BIN KALIMBA, HAMULI BIVUNGO, MVANO BULIKA et à Madame Kitambala du département de Documentation.

REFERENCES

- [1] Anonyme, 1976 : Bref aperçu sur la cartographie du Zaïre, Institut géographique du Zaïre, RDC juillet.
- [2] Hofmann Catherine, « Répertoire des historiens de la cartographie. France, 2003 », in *Le Monde des Cartes. Histoire de la cartographie*, Revue du Comité français de cartographie, n°175, mars 2003, p. 43-89.
- [3] DAINVILLE François de, *Le langage des géographes: termes, signes, couleurs des cartes anciennes, 1500 1800*, Paris : Éditions A. et J. Picard & Cie, 1964.
- [4] Hélène Coste, 2006. Conserver et mettre en valeur des cartes et plans en bibliothèque municipale : l'exemple de la collection Chardey au Havre Volume 1.
- [5] PAUL A, 1929, *La Rousse du XXème siècle*, Tome II, Librairie La Rousse.
- [6] RUBABURA K., 2012. Contribution à l'étude des insectes et maladies endommageant le riz irrigué dans le marais d'altitude dans le groupement de Bugorhe, CERUKI, Nouvelle serie, n°41.
- [7] Beatra, P., 2002, *Inventaire de la biodiversité dans la region de Lwiro. Rapport de terrain*. CRSN-CRH-ICCN, _85 p.
- [8] GILLARD A, 1953 : *Cartographie congolaise*, Bruxelles.
- [10] Fremont A, *La région, espace vécu*, PUF 1976.
- [11] Edwige Archier et Françoise Lapadu-Hargues, « Les Cartes et plans », in *Conservation et mise en valeur des fonds anciens, rares et précieux des bibliothèques françaises*, Villeurbanne : Presses de l'ENSB, 1983, p. 123 à 134.

Cartographie des sites sinistrés par les glissements de terrain du 17 au 26/01/2014 dans le bassin du Lac Kivu à Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

[Cartography of damaged area by landslides from 17 to 26/01/2014 in Lake Kivu basin in Bukavu, South-Kivu, RD Congo]

K. Bunduki¹, N. Mushayuma², T. Tambala³, C. Materanya³, and B. Matembera¹

¹Département de Documentation, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de l'Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

³Département de Géophysique, 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: In any case of the natural risks or human risks, populations, ecosystems, flora and fauna are exposed to threats. The objective is to study the impact of intervening disasters in Bukavu city from 17 to January 26 2014. We preceded the interview of people met instead of the disaster victim. We have visit the damaged sites also (districts), through a transect walk as definite by Dery and al., (1999). The identification of the different disasters was done by free observation.

The disasters occurred in Bukavu are varied (crumbling, landslide, tornado). The consequences on the buildings are considerable (wall collapsed to Camp Zaire, house slipped to Muhungu, house swallowed in the mud at College Alfajiri basin. The reasons of the disasters are the anarchical constructions in Bukavu city. The human damages recorder from 19 to 28 January 2014 is 21 deaths.

For one housemaids management and prevention of the natural disasters in Bukavu city, the provincial government should push and improve the legal setting of assignment of the permits to build and fundamental titles taking into account the seismic norm.

KEYWORDS: catastrophe naturelle, Consequences, Causes, Bukavu town.

RESUME: Dans tous les cas des risques naturels ou anthropiques, ce sont les populations, les écosystèmes, la flore et la faune qui sont exposés à des menaces. L'objectif de cet article est d'élaborer la cartographie des sites sinistrés par les glissements de terrain dans la ville de Bukavu du 17 au 26 Janvier 2014 et son impact sur l'homme et son environnement. Une fois sur terrain, nous avons procédé l'interview des personnes rencontrées au lieu du sinistré. Nous avons également visité les sites sinistrés (quartiers), à travers une marche transversale (transect walk) telle que défini par Dery et al.,(1999). L'identification des différents glissements de terrain s'est fait par l'observation libre. Les conséquences sur les bâtiments sont considérable (mur écroulé à Camp Zaïre, maison glissée à Muhungu, maison englouti dans la boue au bassin du Collège Alfajiri/Bukavu. Les causes des catastrophes sont les constructions anarchiques dans la ville de Bukavu. Destruction des zones de reproduction des poissons par les immondices. Les dégâts humains sont à déplorer car pour le glissement de terrain du 17 au 26 Janvier 2014 on a enregistré 21 décès.

Pour une bonne gestion et prévention des catastrophes naturelles dans la ville de Bukavu, le gouvernement provincial devra appuyer et améliorer le cadre juridique d'attribution des permis de bâtir et des titres fonciers tenant compte des normes sismiques.

MOTS-CLEFS: catastrophe naturelle, Conséquences, Causes, ville de Bukavu.

INTRODUCTION

Les catastrophes peuvent résulter d'un risque naturel ou anthropique comme les séismes, les éruptions volcaniques, les glissements de terrain, les tsunamis, les cyclones tropicaux et autres grosses tempêtes, les tornades et les vents de tempête, les inondations de zones fluviales ou côtières, les incendies de forêt et le voile atmosphérique, la sécheresse, les tempêtes de sable et de poussière et les infestations. Les risques d'origine anthropique peuvent être intentionnels, comme les rejets sauvages de pétrole, ou accidentels, comme les déversements toxiques ou l'explosion d'un réacteur nucléaire. Dans tous les cas susvisés, ce sont les populations, les écosystèmes, la flore et la faune qui sont exposés à des menaces. Les pauvres sont les plus vulnérables aux catastrophes, car ils disposent de moins de ressources pour les prévenir ou pour faire face à leur impact. Les hommes et l'environnement sont de plus en plus touchés par les conséquences des catastrophes naturelles. Cela s'explique par un certain nombre de raisons, comme l'accroissement de la population et la densité démographique, les migrations et l'urbanisation sauvage, la dégradation de l'environnement et le changement climatique mondial possible. L'ampleur des incidences socioéconomiques des catastrophes naturelles a provoqué une modification de l'approche politique de la notion de risque dans les sociétés modernes [1].

Ces phénomènes naturels deviennent des catastrophes lorsqu'ils touchent un grand nombre de personnes ou l'infrastructure, comme cela a été le cas ces 30 dernières années du fait d'un taux élevé d'accroissement de la population, surtout dans les centres urbains et les régions sujettes à la sécheresse : 34 % des Africains vivent dans des zones arides, contre 2 % seulement des Européens [2].

Les catastrophes causent des pertes de vies humaines et de moyens d'existence, endommagent l'infrastructure et les communications, entravent l'activité économique et accroissent le risque d'épidémies. Dans de nombreuses régions, cet impact est aggravé par la pauvreté et la marginalisation, ainsi que le surpeuplement. Une infrastructure dépassée, vieillie et en mauvais état, ainsi que l'absence de sécurité économique nécessaire pour faire face à l'adversité réduisent également la capacité de résistance des personnes et amplifient donc l'impact des catastrophes. Fait de plus en plus préoccupant, la fréquence et la gravité des catastrophes augmentent, alors que les systèmes d'alerte avancée sont inadéquats et que la gestion des catastrophes laisse à désirer [3].

L'Afrique a connu quelques-unes des plus graves sécheresses et famines pour ce qui est du nombre de personnes tuées ou de personnes touchées, notamment les sécheresses de 1972-1973 et de 1984-1985, qui ont touché une grande partie de l'Afrique du Nord, de l'Afrique australe, de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique sahélienne [4].

Dans l'ensemble, c'est moins sur le plan financier que du point de vue de son développement économique que l'Afrique subit le contrecoup des catastrophes. En Afrique, les hommes et les économies sont fortement dépendants de la culture pluviale et donc vulnérables à des fluctuations des chutes de pluies [5].

Suite aux constructions sur des sites à risque et l'utilisation du matériaux de construction non adapté à la ville de Bukavu présentant un relief à pente élevé, l'essor démographique croissant, la nature du sol et au manque de rigueur de la part des certains acteurs étatiques lors de l'octroi des parcelles, des cas glissement de terrain surviennent dans la ville de Bukavu causant des dégâts matériels, humains et environnementaux énormes. En plus de cela, La réflexion sur la mise en place d'une carte des glissements de terrain de la ville de Bukavu s'avère aujourd'hui encore relativement pauvre et pourtant c'est ignorer un réelle problème auquel est exposé notre environnement. C'est précisément la situation que nous avons constaté dans le bassin du Lac Kivu, précisément dans la ville de Bukavu. D'où il était impérieux de faire une carte des sites de glissement de terrain qui sera un outil de référence pour l'autorité et la population dans la gestion rationnel du patrimoine foncier dans la ville de Bukavu.

L'objectif de cet article est d'élaborer la cartographie des glissements de terrain survenues dans la ville de Bukavu du 17 au 26 Janvier 2014, ses causes et ses conséquences sur l'homme et son environnement.

Dans ce contexte, nous avons souhaité répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les conséquences du glissement de terrain sur les bâtiments et le Lac Kivu ?
- Quelles sont les causes du glissement de terrain à Bukavu?
- Quels sont les dégâts humains que ces glissements de terrain ont causés dans la ville de Bukavu?

MILIEU D'ETUDE

La ville de Bukavu, située au Sud du lac Kivu est le chef-lieu de la Province du Sud-Kivu. A part sa fonction politico-administrative, Bukavu est également une ville commerciale, industrielle, touristique, religieuse et intellectuelle la plus

importante de la Province. Sa population qui envoie un million d'habitants, connaît un fort exode rural accentué surtout par les troubles politiques dues aux rébellions dans le pays depuis 1996.

Le Sud-Kivu est l'une des trois provinces issues de l'ancien Kivu et n'a donc pas des districts comme le Nord-Kivu et le Maniema. La province est divisée en 8 territoires ruraux ainsi que 3 communes. Chaque territoire est divisé en collectivités et chaque collectivité en groupements. Ce dernier est enfin divisé en localités ou villages.

RELIEF

Quant aux terrains qu'on y trouve, ils peuvent être groupés en deux ensembles principaux : les terrains du socle et les terrains volcaniques, auxquels il faut ajouter un troisième ensemble : les terrains de couverture que l'on trouve au fond des lacs Kivu, Tanganyika, ainsi que dans la plaine de la Ruzizi. Le socle réunit tous les terrains antérieurs au carbonifère moyen et couvre pratiquement tout l'Ouest et le Centre de la province, plus de 70 % de l'étendue de la province.

Ces terrains anciens sont riches en minerais : de cassitérite, l'or, le colombo-tantalite, le wolframite etc. minerais exploités depuis la période coloniale jusqu'à nos jours.

Les environs de la ville de Bukavu sont des régions volcaniques où l'on rencontre des roches basaltiques, voire des laves anciennes vers INERA MULUNGU. D'ailleurs le Mont Kahuzi est un volcan éteint.

Quant au relief, il est très varié. L'Est très montagneux s'oppose au Centre et à l'Ouest de la province où l'On rencontre respectivement des hauts plateaux et des bas plateaux.

CLIMAT ET VÉGÉTATION

Les facteurs principaux qui déterminent les climats du Sud-Kivu sont la latitude et l'altitude. Le Kivu montagneux, c'est –à dire l'Est de la province jouit d'un climat de montagne aux températures douces où la saison sèche dure 3 à 4 mois de juin à septembre. A titre d'exemple Bukavu et Goma connaissent une température moyenne annuelle de 19°C.

HYDROGRAPHIE

Elle est abondante. On y rencontre deux lacs de montagne ; le lac Kivu (1.470 m). Il est le plus profond de l'Afrique et le 2^e du monde après le lac Baïkal (1.741 m). Le lac Kivu, il est très peu poissonneux suite à la présence des gaz carbonique et méthane.

PLUVIOMÉTRIE

Les territoires de Kabare, Walungu, Kalehe, Idjwi et la ville de Bukavu connaissent deux saisons : la saison sèche qui dure 3 mois de Juin à Septembre et la saison de pluie qui dure 9 mois. La saison sèche connaît une température élevée et une rareté de pluies durant toute cette période. C'est à ce moment qu'on cultive les endroits marécageux.

La saison de pluie connaît une forte précipitation mais ce dernier temps avec l'abattage désordonné des arbres, la destruction de l'environnement et la surpopulation fait que la pluie devient de plus en plus rare.

Tableau1 : les caractéristiques de chaque site.

Sites	Altitude	Caractéristiques des sites
Muhungu la Sapinière, avenue Manga	1465 m	- pente très forte - pas de canalisation d'eau de pluie - construction des maisons sans normes urbanistique - <i>végétation presque inexistante</i> - <i>présence d'une source d'eau souterraine</i>
Bassin du Collège Alfajiri situé sur l'avenue Semuliki	1522 m	- pente très forte - maisons fissurées - présence des maisons marquées d'une croix rouge, déclarés sinistré par la mairie de Bukavu - quelques maisons sont déjà abandonnées par leurs occupants - présence des fissures dans les parcelles
Nyakaliba Avenue Kahuzi dans la Commune de Kadutu	1604 m	- constructions anarchiques - pente très forte - végétation presque inexistante

MATERIELS ET METHODES

COLLECTE DES DONNEES

La première étape a consisté à une visite des sites sinistrés (Muhungu la Sapinière, Bassin du Collège Alfajiri situé sur l'avenue Semuliki, Commune d'Ibanda et Nyakaliba Avenue Kahuzi dans la Commune de Kadutu) à travers une marche transversale (transect walk) telle que défini par [6], en vue de s'imprégner des problèmes causés par ces glissements de terrain. Une fois sur terrain, nous avons également procédé à l'observation directe du site sinistre pour connaître dégâts des glissements de terrain sur les humains, les bâtiments et le Lac Kivu, ainsi que ses conséquences et ses causes. Une prise de photo des sites sinistrés avait été réalisée avec un appareil photo numérique yashica. Après observation des caractéristiques des sites sinistrés, celles-ci ont été notées dans un carnet de terrain. Les coordonnées géographiques (altitude, latitude et longitude) des sites étaient déterminées à l'aide d'un GPS. Les latitudes et longitudes ont été utilisé dans l'opération d'élaboration de la carte.

Pour bien comprendre cette contrainte des catastrophes survenues dans la ville de Bukavu du 17 au 26 /01/2014, nous avons dû faire des études de cas auprès des personnes victimes de la catastrophe en recourant à l'interview des personnes rencontrées au lieu du sinistré telle que décrit par [7] avec des questions simples et ouvertes pour des éclaircissements sur ce glissement de terrain.

TECHNIQUE DE CARTOGRAPHIE

Pour présenter l'image cartographique des sites de glissement de terrain survenus dans la ville de Bukavu du 17 au 26/01/2014 nous avons procédé par la saisie des données de latitude et longitude des sites sinistrés à l'aide du tableur Microsoft Excel 2007. Les données satellitaires ont été appuyées par des prélèvements des coordonnées géographiques à l'aide du GPS. L'image satellitaire obtenue a été ensuite numérisée au laboratoire de Géophysique du Centre de Recherche en Sciences Naturelles à l'aide de logiciel de cartographie Arc GIS.

RESULTATS

Tableau 2 Conséquence du glissement de terrain sur les humains, les bâtiments et le milieu naturel dans le bassin du Lac Kivu

Date	Lieu	Conséquences sur le bâtiment	Conséquence sur le Lac Kivu	Causes du glissement	Dégâts humains
Du 17 au 18/01/2014	Muhungu la Sapinière, avenue Manga	une maison a glissée		-l'absence d'une canalisation des eaux de pluie -déforestation -essor démographique	quatre garçons sont morts
Du 18 au 19/01/2014	Bassin du Collège situé sur l'avenue Semuliki	- une maison a été engloutie par le sol - La maison voisine à celle engloutie a été partiellement endommagée - une maison avec dalle au dessus a été partiellement couverte et une autre en tôles aussi touchée.	- Destruction des zones de reproduction des poissons par les immondices -présence des déchets domestiques (sachets, et autres emballages solides...) flottant sur le Lac	- la chute d'un mur -déforestation -essor démographique	quatre garçons et deux filles sont morts
25 au 26/01/2014	Nyakaliba Avenue Kahuzi	Chute d'un mur de soutènement d'une parcelle qui s'est écroulé sur une maison en bois	-présence des déchets domestiques (sachets, et autres emballages solides...) flottant sur le Lac	-un mur de soutènement mal construit -déforestation -essor démographique	4 morts et un blessé léger

Il ressort de ce tableau que le glissement de terrain de Muhungu la Sapinière a fait glisser une maison. A cet endroit on a enregistré la mort de 4 garçons comme dégâts humains. L'absence d'une canalisation des eaux a été la cause principale de la catastrophe. Au bassin du Collège Alfajiri, une maison a été engloutie par le sol, trois autres partiellement endommagée. Six personnes sont mortes dans la maison engloutie. La chute d'un mur est la cause principale de cet accident entraîné par un glissement de terrain. Destruction des zones de reproduction des poissons par les immondices. Présence des déchets domestiques (sachets, et autres emballages solides...) flottant sur le Lac

A Nyakaliba Avenue Kahuzi dans la commune de Kadutu, un glissement de terrain a fait qu'un mur de soutènement s'écroule sur une maison en bois, ce mur avait été mal construit. L'on déplore la mort de 4 personnes et 1 blessés à cet endroit.

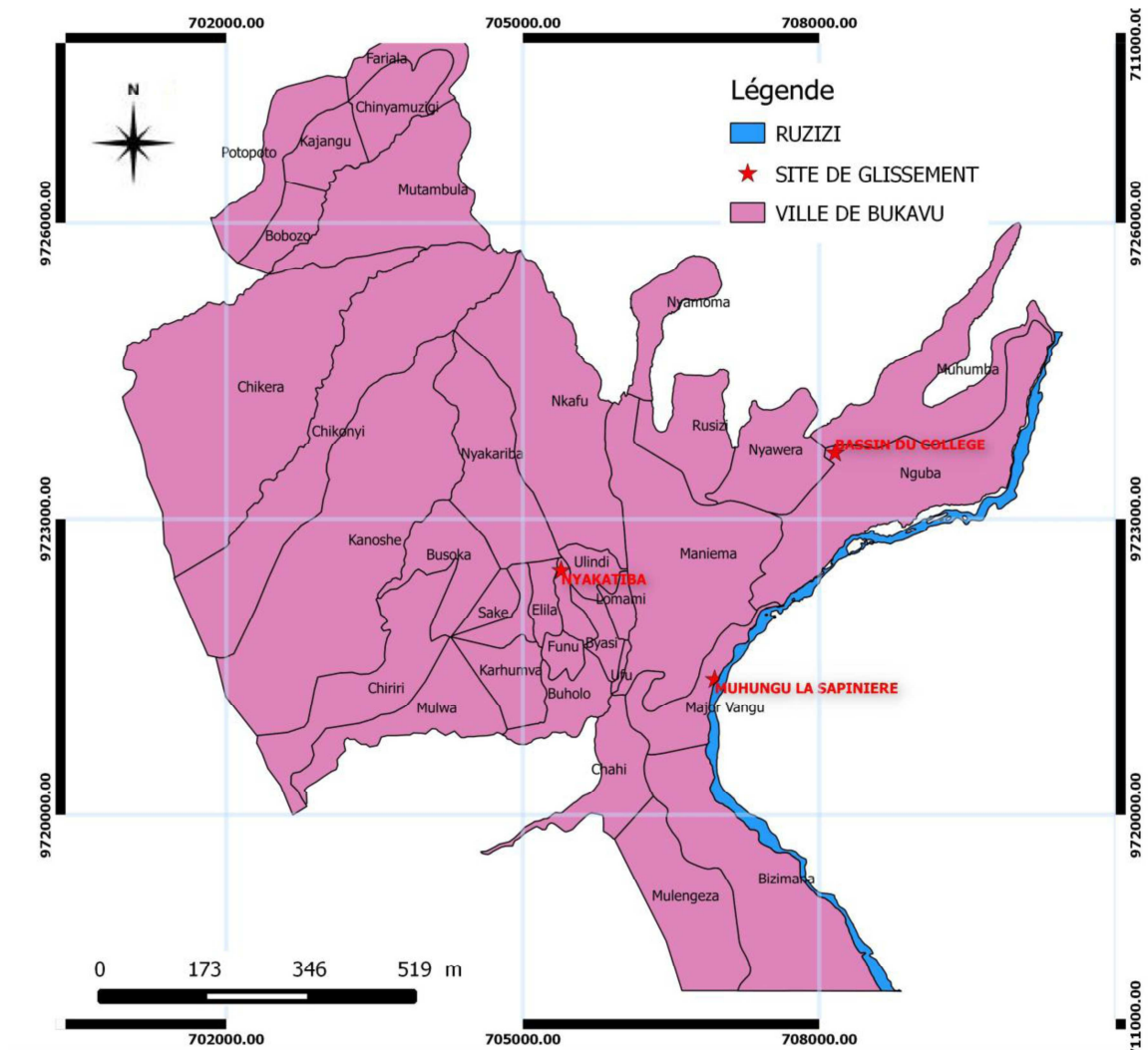


Figure1 : Carte des sites sinistrés lors du glissement de terrain du 17 au 26/01/2014 à Bukavu

DISCUSSION

Notre travail voulait apporter une réponse aux questions que nous nous sommes posés au début.

- Quelles sont les conséquences de glissement de terrain sur les bâtiments à Bukavu?
- Quelles sont les causes de glissement de terrain à Bukavu?
- Quels sont les dégâts humains et environnementaux que ce glissement de terrain a causé dans la ville de Bukavu?

Le glissement de terrain du 17 au 26/01/2014 à Bukavu a fait glisser une maison à Muhungu la Sapinière. A cet endroit on a enregistré la mort de 4 garçons comme dégâts humains. L'absence d'une canalisation des eaux a été la cause principale de la catastrophe. Au bassin du Collège Alfajiri, une maison a été engloutie par le sol, trois autres partiellement endommagée. Six personnes sont mortes dans la maison engloutie. La chute d'un mur est la cause principale de cet accident entraîné par un glissement de terrain.

A Nyakaliba Avenue Kahuzi dans la commune de Kadutu, un glissement de terrain a fait qu'un mur s'écroule sur une maison en bois, ce mur avait été mal construit. L'on déplore la mort de 4 personnes à cet endroit, dont une maman et ses trois enfants.

Les glissements sont des aléas qui peuvent se transformer en risque pour les populations. Ils sont nombreux sur des pentes fortes de la ville de Bukavu, notamment au bassin du Collège Alfajiri, Muhungu la Sapinière et à Nyakaliba Avenue Kahuzi, mais ces glissements peuvent se produire sur des pentes assez modestes comme celle de Cuesta de l'Île de France.

Par contre à Bukavu ces glissements se produisent sur des pentes très fortes. Leur intensité et leur fréquence ne sont pas toujours aisées à préciser [8].

La raison pour laquelle la ville de Bukavu souffre de glissement de terrain fréquent tient d'une combinaison du climat tropical humide et le fait que la ville est construite sur d'anciennes coulées de lave et d'épais sols d'argile. Elle est découpée par plusieurs failles actives connues sous le nom de « Bukavu micro-rift ». 15% de la ville risque de glissement de terrain et le plus grand glissement de terrain se produit dans ce micro-rift déclenché par des événements à la fois hydrologiques et sismiques. La déforestation et une large croissance de la population constituent les causes directes. Au Sud-Kivu, le couvert forestier continue de régresser de façon inquiétante, à un rythme moyen fort élevé. On ne voit pas jusque-là une volonté réelle de mettre un terme à cette coupe de forêts, ni celle qui anime les acteurs pour reboiser les collines restées nues. Quelques tentatives sont observées çà et là et les initiatives forestières devaient être accélérées en province.

L'éboulement correspond à une masse de terrain qui s'effondre brutalement sur un versant à pente forte à cause d'un déséquilibre des contraintes internes. Le déséquilibre peut être provoqué par des raisons naturelles comme le séparément du pied du versant par une rivière ou par la mer, s'il s'agit d'une falaise, il est favorisé par une tectonique forte donnant des vitesses de soulèvement élevées dans les régions les plus mobiles de l'écorce terrestre comme dans l'Himalaya. L'homme a aussi sa part de responsabilité lorsqu'il entaille des versants aux matériaux instables pour construire des routes ou pour prélever des matériaux dans des carrières, c'est le cas des carrières de moellon et sable situées dans la ville de Bukavu et à ses environs [9].

Le problème des érosions et éboulement pose celui de la gestion des sols. Le sol est en effet la première ressource et en même temps le support de presque toutes les autres ressources de l'environnement aussi bien en zone urbaines qu'en zone rurale. Il se pose également le problème de la gestion et l'exploitation de forêts par une bonne politique de conservation des sols et d'aménagement du territoire entre autre. La province du Sud-Kivu est confrontée au problème de gestion locale de l'environnement notamment par le manque de financement de la lutte contre la désertification par l'aménagement et l'exploitation durable des terres, l'utilisation à des bonnes fin des recettes provenant de l'impôt foncier, l'amélioration des conditions juridiques d'attribution des permis de construire et des titres fonciers. Les activités agricoles sont également à la base de nombreux désagréments sur le milieu naturel y compris le sol. Les dernières statistiques de Décembre 2012 à Janvier 2013 du rapport de la protection civile du Sud-Kivu indiquent que les éboulements ont entraînés des morts à Bushushu/Kalehe, Kamanyola, Walungu, Nguba/Bukavu et que plusieurs biens ont été détruits [10].

La plupart d'érosions et éboulement sont provoqués dans la province par l'activité de l'homme. Il s'agit du mauvais usage des sols et de l'absence d'entretien que l'homme devrait apporter aux terrains présentant un danger. Avec la présence au Kivu de plusieurs pentes raides et dans la plupart de cas dénudées, les érosions sont facilitées et les éboulements suivent emportant souvent avec elle des vies humaines et des biens.

Les catastrophes liées aux activités de l'homme sont celle qui reflète la présence des constructions sur des sites impropres et sur des ouvrages de la SNEL et de la REGIDESO/Bukavu. D'autres individus ont carrément bouché les buses permettant l'évacuation des eaux vers le Lac Kivu. La catastrophe de 2008 due au tremblement de terre a également démontré que la ville de Bukavu se trouve devant un défi : manque de vulgarisation du plan de contingence pouvant guider les victimes notamment dans leur prise en charge. Ce tremblement avait entraîné la mort de 7 personnes, 447 blessés, 1729 familles affectées et la destruction de 99 bâtiments [11].

Selon [12], les décharges recevant des déchets ultimes doivent être prévues pour assurer une bonne gestion des déchets au lieu que ces derniers détruisent la biodiversité du Lac Kivu. L'imperméabilisation du fond doit éviter l'écoulement des eaux de décharge dans le milieu et l'imperméabilisation en surface doit empêcher la pénétration de l'eau de pluie dans la décharge. Des cas de pollution très grave sont apparus notamment en Allemagne où on constate la pollution à la dioxine suite à une construction au-dessus d'ancienne décharge. Il est vrai que bien souvent on a oublié l'existence d'anciennes décharges à ciel ouvert et rapidement recouvert de terres avant que des aménagement nouveaux soient effectuées au-dessus, cette situation est similaire à la ville de Bukavu, précisément à Nyakaliba Avenue Kahuzi et au Bassin du Collège Alfajiri.

Dans une grande majorité de villes en développement, l'habitat précaire, non réglementaire est bien souvent la règle et constitue un élément dominant des paysages. Les quartiers comme celle de Bukavu qui résultent d'une absence de procédures légales dans l'acte de construire et des stratégies d'occupation de sol très diversifiées sont implantés dans les périphéries de plus en plus accidentés. Ces quartiers délaissés composés de matériaux de récupération ou en voie de durcification, sont pour la plupart dépourvue d'équipement ou d'infrastructures de base (eaux, assainissement) ou de voirie bitumée. C'est un habitat qui cumule de nombreux problèmes d'ordre environnementaux en particulier, car ils sont

implantés fréquemment dans les zones polluées à proximité de décharges d'ordures à ciel ouvert dans les lieux où le ramassage est absent ou encore sur les pentes abruptes de certains reliefs ou dans des secteurs naturels fragiles, dans des cuvettes ou vallées inondables. Sur pentes raides de la ville, la haute densité des maisons nouvellement construites a entraîné une réduction de l'infiltration d'eau et rehaussé l'écoulement causant les glissements de terrains. Ceci a régulièrement entraîné des dommages et détruits des bâtiments, routes, systèmes hydraulique et infrastructures d'évacuation des eaux usées ainsi que des pertes en vies humaines [13].

La ville de Bukavu est située dans des zones à risque, il en résulte une très grande vulnérabilité aux inondations, glissements de terrain ou catastrophes naturelles. De plus, les sols sont fragilisés par de fortes densités ou des infiltrations permanentes liées aux éboulements des eaux usées non canalisées. Cette situation est similaire dans les bidonvilles du Maroc où [8] a constaté que leur installation entraîne une forte densité et surpeuplement, absence de confort et problème de salubrité, précarité et fragilité sociale.

L'affirmation suivante de [14] est valable pour notre pays actuellement. Les interventions publiques créent des nouvelles règles foncières, valables sur l'espace aménagé. Elles sont parfois acceptées lorsque les aménagements concernent les populations locales, la redistribution des terres ne pose en général pas problème et le permis d'exploitation accordé par l'Etat est considéré comme un droit d'exploitations transmissible. Mais ces interventions publiques peuvent être à l'origine de contestations ou de zones d'ombre sur le statut de certains espaces : expropriation non acceptée, ou non légalisées ou remise en cause en cas de changement politique.

CONCLUSION

Ce travail sur cartographie des sites sinistrés par les glissements de terrain du 17 au 26/01/2014 dans le bassin du Lac Kivu à Bukavu avait comme objectif d'élaborer la carte des glissements de terrain et identifier les causes et les conséquences du glissement de terrain sur l'homme et son environnement. Les dégâts survenus montrent qu'une maison a glissé, une autre a été engloutie par le sol et le mur s'est écroulé sur une maison en bois. L'absence d'une canalisation des eaux de pluie, la chute d'un mur et un mur de soutènement mal construit constituent les causes majeures de ces glissements de terrain. Destruction des zones de reproduction des poissons par les immondices. Ces catastrophes ont entraîné 14 morts dans la ville de Bukavu.

Cette situation constitue une interpellation de tous les acteurs tant étatiques que privés sur les risques auxquels la population de la ville de Bukavu est exposée suite aux catastrophes naturelles. Des efforts devront être conjugués afin de bien gérer et prévenir les catastrophes dans la ville de Bukavu et ses périphéries. En ce qui concerne la gestion et la prévention des catastrophes, l'autorité provinciale est confrontée à plusieurs défis qui nécessitent des moyens conséquents qu'il doit disposer le cas échéant.

En conséquence, l'Etat doit interdire aux citoyens de la ville de Bukavu de construire ou mener leurs activités sur des pentes raides et espaces à risque. La communication et information instantanée et pragmatique de toute la communauté, le renforcement du système de surveillance de la qualité et de la quantité des tous les produits, la réhabilitation et construction des stations météorologiques, la mise en place d'un système d'intervention en cas de catastrophes et épidémies, la restauration auprès du ministère de l'Intérieur du service provincial d'alerte de catastrophes et des calamités naturelles, mise en place d'un système provincial de gestion de crise, réglementation et mise en application en matière d'exploitation forestière et conservation de la nature, reboisement dans les différentes zones à risque. Une bonne politique de reboisement doit être définie par le gouvernement provincial afin de minimiser les risques dans les jours à venir.

Tout le monde qui a construit sur des terrains à risque devra être évacué vers des nouveaux lotissements respectant les règles d'urbanisme, ce qui entraînera l'élargissement de la ville de Bukavu. Pour y arriver ceci devra être appuyé par l'amélioration juridique d'attribution des permis de bâtir et des titres fonciers tenant compte des normes sismiques. L'Etat devra interdire la construction le long des lits des rivières pour éviter que ces maisons ne soient emportées lors de crues. Pour une gestion et prévention des catastrophes naturelles dans la ville de Bukavu, le gouvernement provincial devra mettre en place une synergie des spécialistes (architectes, géologues, environnementalistes, ingénieurs, sismologues, sociologues, techniciens de service public de l'Etat etc.) en vue d'identifier et de proposer des nouveaux lotissements respectant les normes urbanistiques.

REMERCIEMENTS

Il serait ingrat de notre pour si nous ignorons la participation matériel de Monsieur NDATA BAYE MIGABO qui avait mis à notre disposition son appareil GPS pour la prise des coordonnées géographiques des sites sinistrés par les glissements de terrain à Bukavu.

REFERENCES

- [1] FICR (2001). World Disaster Report 2000. Genève (Suisse), Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge
- [2] Findlay, A.M. (1996). Population and Environment in Arid Regions. Policy and Research Paper No 10, Paris (France), International Union for the Scientific Study of Population
- [3] DMC (2000). Ten-Day Bulletin. DEKAD 19 Report (1-10 juillet 2000). Nairobi (Kenya), Centre de suivi de la sécheresse
- [4] Gommès, R., and Petrassi, F. (1996). Rainfall Variability and Drought in Sub-Saharan Africa since 1960. FAO Agrometeorology Working Paper No 9. Rome (Italie), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- [5] Banque mondiale (2000). World Bank Board Approves \$72 million for Kenya. World Bank News Release No : 2001/105/AFR. Banque mondiale [http ://wbln0018.worldbank.org/news/pressrelease](http://wbln0018.worldbank.org/news/pressrelease). Nsf DIFD, DGCD, UNDP, World Bank, 2002. Linking Poverty reduction and Environment management. WORLD BANK, Washington, 35 p.
- [6] Dery, B., B. Otsyina et R. Ng'atigwa, 1999, Indigenous knowledge of medicinal trees and setting priorities for their domestication in Shinyanga Region, Tanzania. ICRAF, 87 p.
- [7] Neuman, L., W., 2011, Social research methods. Qualitative et quantitative approaches. Ed. Pearson, 631 p.
- [8] Yvette Veyret, 2007. Dictionnaire de l'environnement, Armand Colin, Paris
- [9] Valadas, 2005. Géomorphologie, Coll. « Campus », Armand Colin, Paris.
- [10] Buishe Habari J.M., 2013. Prévention des risqué et gestion des catastrophes dans la province du Sud-Kivu: des défis à maîtriser, CRDAF/BUKAVU, N°33.
- [11] OCHA, 2008. Rapport de situation du 04 Février
- [12] Veyret, 2003. Les Risques, Armand Colin, Paris.
- [13] Gilbert Greenall, 2008. Tremblement de terre en République Démocratique du Congo dans la région des grands lacs, Raport de l'aquipe des Nations Unies pour l'évaluation et la Coordination en cas de catastrophe, UNDAC, Bukavu.
- [14] Le Roy E., Karsenty A., Bertrand A., 1996. La sécurisation foncière en Afrique ; pour une gestion viables des ressources renouvelables, Karthala.

Quelques perspectives de vulnérabilité humaine face aux catastrophes en milieu rural à la côte occidentale du Lac Kivu, RD Congo

[Some perspectives of human vulnerability facing the disasters in farming environment to the western coast of the Lake Kivu, RD Congo]

Namegabe Mushayuma¹, Kaningu Bunduki², Byamungu Matabaro³, Buzenga Matembera², Bahwinja Makungu¹

¹Département de l'Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de Documentation, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

³Département de Géophysique, 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: The attenuation of the natural disasters supposes the reduction of the vulnerability concerning human lives, goods and activities. The objective is to inform the public on the nature, the consequences of the disasters on the man, the natural habitat and agricultural of the basin of the Lake Kivu of 2011 - 2013. It is beforehand about identifying the factors of vulnerability, of measures the range of it and to localize in the space the most sensitive sectors. The level of appreciation of the factors will make itself by free observation by one visit of the Neuman sites, (2011). Through a transverse walk (transect walk) for the identification of the different environmental problems, Dery and al., (1999). This method is going to permit to know the major environmental problems in the zones of intervention.

KEYWORDS: disaster, vulnerability, agriculturists, destruction earths, Lake Kivu basin.

RESUME: L'atténuation de catastrophes naturelles suppose la réduction de la vulnérabilité en matière de vies humaines, de biens et d'activités. L'objectif est d'informer le grand public sur la nature, les conséquences des catastrophes sur l'homme, le milieu naturel et agricole du bassin du Lac Kivu de 2011- 2013. Il s'agit au préalable d'identifier les facteurs de vulnérabilité, d'en mesure la portée et de localiser dans l'espace les secteurs les plus sensibles. Le niveau d'appréciation des facteurs se fera par observation libre par une visite des sites Neuman, (2011). à travers une marche transversale (transect walk) pour l'identification des différents problèmes environnementaux, Dery et al.,(1999). Cette méthode va permettre de connaître les catastrophes majeures dans la côte occidentale du Lac Kivu, RD Congo.

MOTS-CLEFS: désastre, vulnérabilité, agriculteurs, destruction du sol, bassin du Lac Kivu.

INTRODUCTION

A l'échelle de la planète, on assiste actuellement à un accroissement de l'impact des catastrophes sur les populations humaines, sur le plan tant direct qu'indirect (dommages économiques, destruction des ressources naturelles). La fréquence de certaines d'entre elles semble croître également. Les dommages qu'elles causent aux populations augmentent au même rythme que la croissance démographique, l'urbanisation des populations constituant par ailleurs un facteur aggravant. L'action humaine sur le milieu environnant tout particulièrement, la surexploitation et l'usage irréfléchi des ressources

biologiques et des territoires, ainsi que les changements climatiques amplifient la fréquence et les conséquences de certaines catastrophes (inondations, glissements de terrain...) [1].

La vulnérabilité de l'homme face au changement de l'environnement a un aspect économique important. Le bien-être est inextricablement lié aux écosystèmes en raison des biens et des services qu'ils fournissent. Ces biens et services peuvent être marchands, comme les produits alimentaires ou forestiers, ou non marchands, comme la régulation des cours d'eau, si bien que toute réduction ou dégradation entraîne une perte de bien-être[2].

Souvent, si l'on diffère la réponse à une menace environnementale, c'est en raison de l'incertitude ou de l'insuffisance des connaissances. L'amélioration du processus d'évaluation peut régler ce dernier problème, mais, même lorsque les risques sont connus, les actions ne suivent pas toujours. Quoi qu'il en soit, des études faites à l'échelle régionale donnent à penser que l'inertie est due davantage au fait que les politiques publiques visent uniquement à stimuler la croissance, associée au manque de volonté politique et au fait que les gouvernements sont disposés à tolérer des dégâts dans les zones marginales et parmi les populations vulnérables, ainsi qu'à la corruption généralisée, qu'à l'apathie ou au manque de sensibilisation du public [3].

On considère que les autochtones pauvres sont plus vulnérables face à des événements climatiques tels que les inondations, les tempêtes et les sécheresses, en raison de l'insuffisance des services sociaux et des infrastructures telles que les aménagements hydrauliques [4]. Ces populations sont aussi plus affectées par les ravageurs et les maladies et en particulier les maladies à vecteur, les maladies respiratoires et d'autres maladies infectieuses [5] et [6].

Certaines communautés sont devenues plus vulnérables en raison de la rareté de ressources essentielles comme la terre, l'eau douce et les forêts, ce qui provoque des conflits. La pénurie de ces ressources ne cause généralement pas de guerre entre pays, mais elle peut susciter de graves tensions à l'intérieur d'un pays ou aux frontières, ce qui favorise l'apparition d'insurrections, de violences inter-ethniques ou de troubles dans les villes. Ces violences affectent particulièrement les sociétés en développement car celles-ci sont généralement plus tributaires des ressources environnementales et moins capables de se protéger contre les crises sociales que provoque la pénurie de ressources [7].

Pourtant, consentir les efforts nécessaires de solidarité, d'organisation et de recherche pour contribuer non seulement à la prévention des catastrophes mais aussi à leur gestion efficace et au soutien des personnes qui en sont victimes, est une nécessité. En particulier, dans le contexte d'urgence qui caractérise les catastrophes, pouvoirs publics et parties prenantes doivent rechercher au plus vite des informations fiables sur les risques en jeu et les conséquences pour la population et l'environnement, même si les circonstances, parfois le chaos, rendent difficile l'accès à ces informations. Certaines données peuvent être définitivement perdues si elles ne sont pas rapidement recueillies, ce qui peut compromettre une bonne gestion de la catastrophe et de ses effets : l'aptitude de nos sociétés à mieux prévenir les catastrophes et à mieux en gérer et réparer les conséquences dépend en partie des évaluations et des analyses réalisées lors de ces événements et après [8].

Souvent, pour apprécier l'aspect économique de la vulnérabilité face à la transformation de l'environnement, on se focalise sur l'impact des catastrophes naturelles ou d'autres événements extrêmes. Les pertes peuvent être plus importantes dans les pays développés où il existe des infrastructures coûteuses, mais l'impact économique est souvent plus grave dans les pays en développement [9].

De ce fait, il est légitime de s'interroger sur l'adaptation de l'homme sur le changement qu'un écosystème subit après catastrophe naturelle dans le bassin du Lac Kivu. Il est possible, de recueillir les informations et données nécessaires à l'évaluation et la gestion optimale des conséquences d'une catastrophe dans la région ? Cependant, il faut des systèmes d'alerte aussi bien que pour les catastrophes subites telles que les tempêtes tropicales et les inondations, que pour de catastrophes qui peuvent être progressives, comme la famine et la sécheresse.

Plusieurs analyses dont celle développée par les études climato géologique se sont focalisé dans le domaine des risques naturelles (séismes, éruption volcanique, coulées boueuses, éboulement rocheux, glissement de terrain, émanation de gaz toxique, pluie...). Pour la continuité de ces travaux déjà réalisés dans le domaine de la géophysique, ce travail s'enrichit logiquement d'un premier éclairage de mise à la disposition du public des données sur les catastrophes survenu sur la cote occidentales du bassin du Lac Kivu de 2011- 2013. L'objectif est d'informer le grand public sur la nature, les conséquences des catastrophes sur l'homme, le milieu naturel et agricole du bassin du Lac Kivu de 2011- 2013.

MILIEU D'ÉTUDE

Le bassin du Lac Kivu se situe sur les rives occidentales du Lac Kivu entre 2° et 2° 30' de latitude Sud et 28° 30' et de 29° de longitude Est. Il va de SAKA au Nord Kivu jusqu'à l'Entrepôts de la société nationale de chemin de fer au Congo (SNCC) de

BUKAVU au Sud Kivu. Son relief est dans son ensemble marqué par des mouvements tectoniques qui ont affecté l'Afrique orientale. Il se présente avec une côte très découpée caractérisée par d'étroites baies, des presqu'îles. Le climat est fortement marqué par l'altitude, la proximité du lac, les températures sont fraîches. La moyenne annuelle varie entre 18° et 20° avec une faible amplitude thermique d'1°C. Il bénéficie d'énormes quantités d'eau de pluies. Il comprend deux saisons à savoir :

La saison des pluies très longue allant de septembre à mai avec des pluies suffisantes toute l'année d'une moyenne supérieure à 1.500 mm et une petite saison sèche au mois de février. La saison sèche très courte, se situant entre les mois de juin et août. Mais, malgré cette répartition des précipitations suivant les saisons, on note de légères variations dans le régime pluviométrique. C'est ainsi que les régions d'altitude à l'Ouest sont fraîches en juillet et en août alors que celles qui sont côtières connaissent une sécheresse pendant la même période. La végétation est essentiellement composée de bananeraies *Musa spp* de quelques îlots d'*Eucalyptus spp*, *Ficus spp*, *Erythrina abyssinica* etc. La savane pâturée est dominée par le genre *Hyparhenia*. Dans les marais et aux bords du lac la savane est composée par les *Cyperus latifolius* et *Phragmites mauritanus*, *Bridelia micranta*, *Albizia spp*, *Alangium chinense*. Les activités génératrices de revenus de la population sont l'agriculture, la pêche, l'élevage et commerce.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

- Le niveau d'appréciation des facteurs se fera par observation libre telle que décrit par Neuman [10]. Cette étape consistera à une visite des sites d'intervention (villages), à travers une marche transversale (transect walk) telle que défini par Dery et al.,(1999) [11]. L'identification des différents problèmes environnementaux et les acteurs sociaux impliqués dans la gestion du terroir. Une fois sur terrain, nous avons procédé à l'interview des personnes rencontrées au lieu du sinistré. Nous avons également procédé à l'observation directe du site sinistre pour connaître la nature de la catastrophe, ses conséquences sur le milieu agricole, naturel, les dégâts humains, Niveau de sensibilité du milieu à une catastrophe et les Indicateurs de vulnérabilité du milieu à surveiller pour évaluer les changements. Une prise de photo par un appareil photo numérique yashica a été réalisée. Les dimensions des sites étaient prises par un décamètre. Les coordonnées géographiques des sites étaient prises à l'aide d'un GPS GARMIN etrex.
- Inventaire des événements liés aux catastrophes survenu dans le bassin du Lac Kivu pendant une période allant de 2011-2013.

TRAITEMENT DE DONNEES

ANALYSE SPATIALE DES CATASTROPHES

L'analyse spatiale des catastrophes naturelles permet de rendre compte sur une période donnée de la répartition des différents événements dommageables sur la région d'étude. Une analyse de ces événements par un comptage quotidien du nombre de villages en état de catastrophe naturelle.

RESULTATS

Tableau 1 *Vulnérabilité du milieu agricole, naturel et humain face aux catastrophes dans le bassin du Lac Kivu*

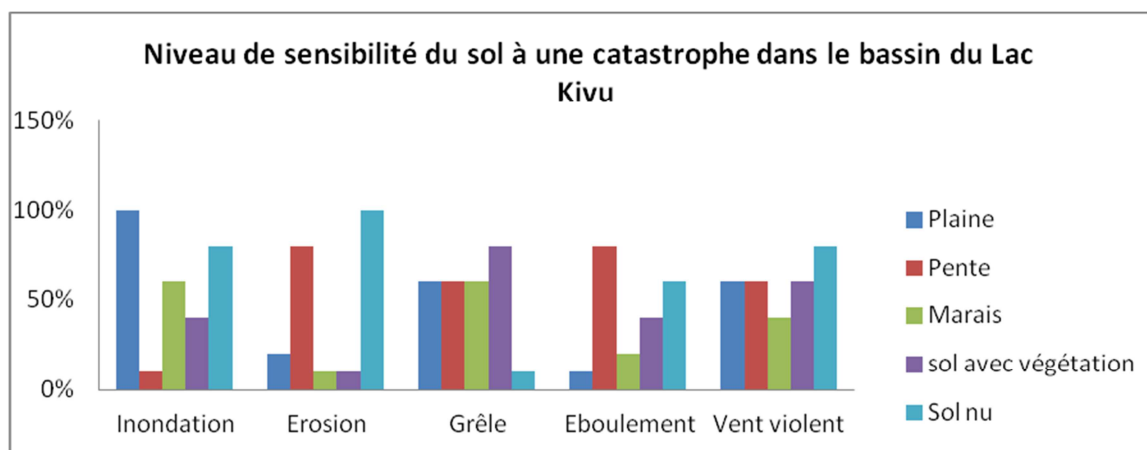
Date	Nature catastrophe	Lieu	Conséquences sur milieu agricole	Conséquences sur milieu naturel	Dégâts humains
23//1/2011	Tremblement de terre	Birava-Ishungu	Eucalyptus détruits champ canne à sucre endommagés	Cassure du béton en amont de la source Infiltration des eaux souillées. Diminution du débit de la source	le centre de santé a enregistré deux cas de femme en menace d'avortement
8/11/2011	Inondation	Bushushu/Kalehe	Les feuilles et les graines s'envolent, les parties des plantes sont emportées, 25 champs dévastés	De petites vagues avec crête se forment sur les eaux intérieures. 38 maisons détruites	- 7 morts - 10 blessés - 2 disparus
9/11/2011	Tornade	Bugorhe	Les arbres entiers sont agités et petites branches cassent. Fleurs et feuilles des plantes détachées	Circulation routière suspendue, mauvaise odeur des immondices, l'usage du parapluie est difficile.	La marche est très gênée à très difficile, la vision est gênée.
11/11/2011	Erosion	Mwanda /Katana	Les champs sont détruits par les eaux de ruissellement	Les vagues sont très grosses, le lac semble blanc.	La marche des enfants, des adultes, devient impossible
9/11/2012	Inondation et grêle	Kabamba /Katana	Les champs sont dévastés. Arbres déracinés	Les vagues sont grosses. Routes et habitations détruites	Se tenir debout à L'extérieur devient impossible
10/9/2013	Inondation	Bushushu	Champs détruits, arbres sont déracinés	habitations, biens de valeur détruits, Source d'eau potable souillée	
17/9/2013	Inondation, vent violent, pluie abondante	Numbi/Kalehe	Champ inondés, cultures détruites	Habitation et écoles détruites, routes coupés	-6 morts -4 rescapés -Circulation individus impossible
24/9/2013	Foudre, inondation	Kalehe	Cultures détruites	plusieurs maisons détruites	1 personne foudroyée

Tableau 2. Quelques Indicateurs de vulnérabilité du milieu à surveiller pour évaluer les changements face aux catastrophes dans le bassin du Lac Kivu

INDICATEURS DE VULNERABILITE	Menaces						
	Méthodes culturelles	Type de sol	Relief	Urbanisation	Exploitation minière	Besoin en terres arables	Déforestation
Risques naturels (vent violent, pluie très abondant, soleil ardent, grêle, foudre, sécheresse...)	X	X	X	X		X	X
Qualité et quantité des eaux	X		X	X	X	X	X
Produits agro-chimiques	X	X			X		
Risques naturels (vent violent, pluie très abondant, soleil ardent, grêle, foudre, sécheresse...)	X	X	X	X		X	X
Qualité et quantité des eaux	X		X	X	X	X	X
Produits agro-chimiques	X	X			X		
Changement de la couverture terrestre	X	X	X	X	X	X	X
Introduction espèces envahissantes/exotiques	X	X	X				
Dégradation des écosystèmes	X	X	X	X	X	X	X
Mouvement et distribution des animaux		X	X	X			

Légende : X indique là où l'indicateur pourrait être utilisé pour surveiller la menace

De ce tableau il ressort que pour les indicateurs changement de la couverture terrestre et dégradation des écosystèmes, il faut surveiller tous les menaces identifiés, soit 100%. Tandis que pour les risques naturels, la qualité et quantité des eaux il faut surveiller 5 menaces sur 7, soit 71,4% . Enfin, pour les produits agro-chimiques, introduction des espèces envahissantes, mouvement et distribution des animaux les menaces à surveiller sont à 3 sur 7 soit, 42,9%.

**Figure 1: Niveau de sensibilité du milieu à une catastrophe dans le bassin du Lac Kivu**

D'une manière générale, il ressort de ce tableau que les sols sont sensibles aux catastrophes survenu dans le bassin du lac Kivu. Cependant, les inondations sont très faibles sur les sols à pente. L'érosion est très faible dans les marais et sur un sol couverte par une végétation, sur un sol plane l'érosion est faible.

Sur un sol nu la sensibilité aux grêles est très faible. Dans une plaine l'éboulement est très faible et faible dans le marais. L'incendie est faible sur un sol nu.

DISCUSSION

Au cours de notre étude sur quelques perspectives de vulnérabilité sur les catastrophes au bassin du Lac Kivu, nous avons trouvé que les inondations sont très faibles sur les sols à pente. L'érosion est très faible dans les marais et sur un sol couvert par une végétation, sur un sol plan l'érosion est faible. Sur un sol nu la sensibilité aux grêles est très faible. Sur un sol plat l'éboulement est très faible et faible dans le marais. L'incendie est faible sur un sol nu. Les inondations peuvent provoquer des blessures lorsqu'on est emporté par les eaux, voire la mort par noyade. Elles peuvent isoler des personnes coupées de tout accès. Elles peuvent entraîner des interruptions des communications et d'autres réseaux, et empêchent l'accès aux secours. Les biens mobiliers et immobiliers peuvent être très endommagés, ainsi que certaines cultures. Enfin, l'environnement peut rester dégradé même après le retrait de l'eau, en raison de l'érosion que provoquent les inondations, du dépôt de matériaux, du déplacement possible du lit de la rivière etc.

Les incendies détruisent parfois des marchés entiers dans les grandes villes mais leur impact, fort heureusement ne va pas au-delà des dégâts matériels.

Plusieurs glissements de terrain sont survenus en Asie suite à des pluies diluviennes persistantes. Les déforestations massives ne sont pas sans incidence sur ces phénomènes, favorisant l'érosion des sols et le ruissellement de l'eau de pluie. Ainsi des villages sont engloutis et le bilan humain est lourd, plus de 1 000 morts dans l'île de Leyte aux Philippines en février [12]. Cette situation est similaire chez nous seulement on a jamais atteint ces morts.

Sont considérés comme calamités agricoles les dommages non assurables survenus lors d'événements météorologiques exceptionnels contre lesquels les moyens techniques de protection et de prévention se sont révélés inopérants. En France Le caractère de calamité agricole est reconnu par un arrêté du ministre chargé de l'agriculture, pris sur proposition du préfet du département après consultation du Comité national de gestion des risques en agriculture [13]. Cette situation n'est pas appliquée dans notre région.

Dans son rapport sur les systèmes d'alerte rapide au niveau national, Andrew Maskrey écrit que "même lorsque des structures nationales de gestion des catastrophes naturelles ont été mises en place de façon officielle, il n'y a pas forcément une bonne coordination entre les différentes organisations gouvernementales ou autre, ce qui entraîne une certaine confusion, des contradictions, un chevauchement des fonctions de chacun et une mauvaise définition des responsabilités [14].

Les pays en développement et surtout les pays les moins avancés sont les moins capables de s'adapter et sont les plus vulnérables face aux catastrophes environnementales et à la transformation de l'environnement mondial, de la même façon qu'ils sont moins capables de résister à d'autres difficultés. Cette vulnérabilité est particulièrement prononcée parmi les populations les plus pauvres [15].

Les pertes économiques potentielles liées aux biens et services non marchands fournis par l'écosystème et leurs effets sur la vulnérabilité de l'homme sont probablement encore plus importants que les pertes causées aux biens et services marchands [16].

CONCLUSION

Les catastrophes naturelles (les inondations, les érosions, les sécheresses, les feux, les tempêtes, tornades, orages, foudre, invasions d'insectes) représentent une grande menace pour les pays en développement, tant du point de vue de leur fréquence que des dégâts qu'elles provoquent. Les dégâts font non seulement des morts et des blessés, mais causent également des dommages durables car ils détruisent les cultures, les bâtiments, les habitations ainsi que des infrastructures. C'est pourquoi la bonne gestion des risques constitue une priorité pour les ONGs de développement comme pour les décideurs de ces pays. Le pouvoir public doit a priori privilégier la réduction des risques étant donné que les habitants n'ont pas de possibilité à le faire. Ce travail a proposé d'observer et d'inventorier des événements liés aux catastrophes survenu dans le bassin du Lac Kivu.

En ce qui concerne la réduction des vulnérabilités, il ne semble pas qu'elle ait toujours été bien prise en compte dans la région. L'ensemble des infrastructures physiques (urbanisme, habitat, réseaux agricoles...) doit être conçu en tenant compte de la connaissance des aléas.

Dans ce cas, il semble nécessaire que les décideurs politiques exigent de faire une étude géotechnique à la vente du terrain pour se renseigner de l'existence du risque. Si le risque est identifié, le constructeur de l'ouvrage sera contraint de

faire intégrer dans les règles de l'art des exigences sur la profondeur minimale de la base des fondations et le renforcement de l'infrastructure par des matériaux appropriés.

REFERENCES

- [1] F. Ramade, *Les catastrophes écologiques*. Paris: McGraw-Hill, 1987.
- [2] ECES, Documenting the Collapse of a Dying Planet. Air Pollution. Earth Crash Earth Spirit <http://www.eces.org/ec/pollution/air.shtml> [Geo-2-427], 2001.
- [3] R. Kasperson, J. Kasperson et B.L. Turner II, Risk and Criticality : trajectories of regional environmental degradation. *Ambio* 28, 6, 562- 568, 1999.
- [4] GIEC, IPCC Third Assessment Report — Climate Change 2001. Working Group I : The Scientific Basis. Summary for Policy Makers. Genève (Suisse), Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2001.
- [5] A. Woodward, S. Hales et P. Weinstein, Climate change and human health in the Asia Pacific : who will be most vulnerable ? *Climate Research* 11, 1, 31-39, 1998.
- [6] [6].RR. Braaf, Improving impact assessment methods : climate change and the health of indigenous Australians. *Global Environmental Change*, 9, 95-104, 1999.
- [7] TF. Homer-Dixon, Environment, Scarcity and Violence. Princeton (É.-U.), Princeton University Press, 1999.
- [8] P.Verger, M. Aulagnier, V. Schwoebel, T. Lang, *Démarches épidémiologiques après une catastrophe*. Paris: La documentation française, 2005.
- [9] C. Benson et E. Clay, The Impact of Drought on Sub-Saharan African Economies : A Preliminary Examination. Working Paper 77. Londres (R.-U.), Overseas Development Institute, 1994.
- [10] L. W. Neuman, 2011, Social research methods. Qualitative et quantitative approaches. Ed. Pearson, 631 p, 2011.
- [11] BB. Dery, R. Otsyina , C. Ng'atigwa , 1999. Indigenous Knowledge of medicinal trees and setting priorities for their domestication in Shinyanga Region, Tanzania : International Centre for Agricultural Research, 1999.
- [12] P. Chassagneux et R. Laroche, Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2006, Direction de la Prévention des pollutions et des risques Sous-direction de la Prévention des risques majeurs Cellule Retour d'expérience 20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP, 2007.
- [13] Chriquel Vincent, Les aides publiques dommageables à la biodiversité, Centre d'analyse stratégique, Paris, la documentation française, 336 P, 2011.
- [14] A. Maskrey, *Report on National and Local Capabilities for Early Warning*, LA RED, Lima, Network for Social Studies on Disaster Prevention in Latin America, page 41, 1997.
- [15] GIEC IPCC Third Assessment Report — Climate Change 2001. Working Group I : The Scientific Basis. Summary for Policy Makers. Genève (Suisse), Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2001.
- [16] C. Benson et E. Clay, The Impact of Drought on Sub-Saharan African Economies : A Preliminary Examination. Working Paper 77. Londres (R.-U.), Overseas Development Institute, 1994.

Etude des plantes indicatrices des stations pour choisir une essence adaptée au sol de la région de Lwiro, Sud-Kivu (RD Congo)

[Survey of station indicator plants to choose the adapted to Lwiro region soil, South-Kivu (RD Congo)]

Namegabe Mushayuma¹, Kaningu Bunduki², Kajivunira Mitima¹, Munyololo Wayemba³, Bahwinja Makungu¹, Bafeza Kahiriba¹, and Birhingigwa Ombeni¹

¹Département de l'environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles(CRSN) Lwiro, DS./Bukavu, Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Département de Documentation, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

³Centre de Recherche Géologiques et Minières, CRGM-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: The analysis of the landscape can serve to value human actions on soil in the Lwiro region. The approach of the indicators bound to the management of soil in the region is not well stocked enough. These criteria had been verified by the direct observation of the intervention sites in relation with geology by simple and open questions to people of the village met for enlightenments on the state of soil by a transverse walk. The species indicator of infertile soil represents a negligible percentage (*Imperata cylindrica* 0,5% *Guizotia scabra* 0,6% *Tagetes minuta* 0,8% *Rhynchelytrum repens* 1%) except *Conyza sumatrensis* 5%, *Crassocephalum vitellinum* 3%. broadly speaking the indicators bound to the management of soil in the region of Lwiro are represented better in Byalumba than in Muganzo and Tshibati. the agriculturists provide an effort to palliate to the difficulties bound to the management of the fields. The depth of soil is big in Byalumba 54cm follow-up of Muganzo 40cm and Tshibati, 38cm.

KEYWORDS: survey, indicator plants, landscape, human actions, Irhambi/Katana.

RÉSUMÉ: L'analyse du paysage peut servir à l'effet des évaluer actions anthropiques sur le sol dans la région de Lwiro. L'approche des indicateurs liés à la gestion du sol dans la région n'est pas assez fournie. Ce critère a été vérifié par l'observation directe des sites d'intervention en rapport avec la géologie par des questions simples et ouvertes auprès des personnes du village rencontrées pour des éclaircissements sur l'état du sol par une marche transversale. Les espèces indicatrices de sol stérile représentent un pourcentage négligeable (*Imperata cylindrica* 0,5% *Guizotia scabra* 0,6% *Tagetes minuta* 0,8% *Rhynchelytrum repens* 1%) hormis *Conyza sumatrensis* 5%, *Crassocephalum vitellinum* 3%. D'une façon générale les indicateurs liés à la gestion du sol dans la région de Lwiro sont mieux représentés à Byalumba qu'à Muganzo et Tshibati. les agriculteurs fournissent un effort pour pallier aux difficultés liées à la gestion des champs. La profondeur du sol est grande à Byalumba 54cm suivi de Muganzo 40cm et Tshibati, 38cm.

MOTS-CLEFS: étude, plantes indicatrices, activités humaines, Irhambi/Katana.

INTRODUCTION

La connaissance des paysans sur la fertilité du sol a comme fondement l'expérience au cours de leurs travaux champêtres acquise de la valeur indicatrice de la végétation [1].

Les plantes sont également utilisées pour détecter et analyser les changements des caractéristiques édaphiques sous l'influence des activités anthropiques [2].

Ceci s'accompagne souvent d'un cortège de problèmes environnementaux tels que la baisse des rendements agricoles, pénurie alimentaire, maladies, conflits [3].

Les changements dans le mode d'habitat et d'occupation de l'espace rural sont accompagnés des modifications affectant les systèmes fonciers et l'utilisation quantitative et qualitative des ressources naturelles[4]. Ces changements ont des répercussions directes sur l'occupation du sol et sur la configuration du paysage. Les processus naturels de succession des végétations sont alors perturbés par l'activité anthropique à travers l'exploitation du bois d'œuvre et les diverses techniques culturelles, principalement l'agriculture itinérante [5].

Dans un contexte d'acidification et d'eutrophisation à long terme des écosystèmes, les plantes sont également utilisées pour détecter et analyser les changements des caractéristiques édaphiques sous l'influence des activités anthropiques [6].

Encore amplifiés par les modes et systèmes inappropriés d'exploitation des ressources disponibles, Les changements dans le mode d'habitat et d'occupation de l'espace rural sont accompagnés des modifications affectant les systèmes fonciers et l'utilisation quantitative et qualitative des ressources naturelles [7], [8], [9].

En RDC, les causes de dégradation du sol, l'agriculture itinérante sur brûlis, surpâturage, feux de brousse, déforestation, l'urbanisation non maîtrisée, manque de restauration ou d'amendement etc. Au Sud Kivu, quatre principaux types de formation géologique peuvent être distingués, les roches sédimentaires (schiste), de gneiss et quartzite de répartition un peu partout. Les roches intrusives granite, dolorite qui forme des massifs importants disséminés à l'ouest du Lac Kivu, les roches éruptives anciennes essentiellement de basalte, les alluvions de la plaine de la Ruzizi.

Au Sud-Kivu, les sols sont classifiés en trois grands groupes, les sols volcaniques récents superficiels et très fertiles, les sols des plaines alluviales à fertilité moyenne et les sols des roches anciennes à fertilité variant entre moyenne et très bonne. La plupart des études portant sur la dominance de la végétation caractéristique de la productivité du sol se caractérisent en effet soit par des approches descriptives botaniques et ethnobotaniques (listes des plantes utilisées par un groupe ethnique), soit par des études agronomiques (relation sol, herbes, engrais et plante), soit encore par des approches de type « inventaires et densités de la ressource disponible ».

La plupart des études portant sur la dominance de la végétation caractéristique de la productivité du sol se caractérisent en effet soit par des approches descriptives botaniques et ethnobotaniques (listes des plantes utilisées par un groupe ethnique), soit par des études agronomiques (relation sol, herbes, engrais et plante), soit encore par des approches de type « inventaires et densités de la ressource disponible ». Quelques rares études portent également sur la productivité par type de sol. Dans ce panorama, les approches des indicateurs liés à la gestion du sol dans la région ne sont pas assez fournies.

Pourtant, la caractérisation des indicateurs liés à la gestion du sol constitue un élément utile à prendre en compte pour l'amélioration du sol et de l'agriculture. Le présent article tente de pallier à cette carence et présente l'étude de la végétation dominante caractéristique de la productivité du sol dans la région de Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo.

L'objectif visé par cette étude est de montrer par l'abondance, que les plantes peuvent indiquer les caractéristiques du sol issu des différentes roches en s'imprégnant des perceptions paysannes face à la végétation des champs dans l'optique d'accompagner les mécanismes décisionnels en matière de gestion durable des sols à Lwiro.

MILIEU D'ETUDE

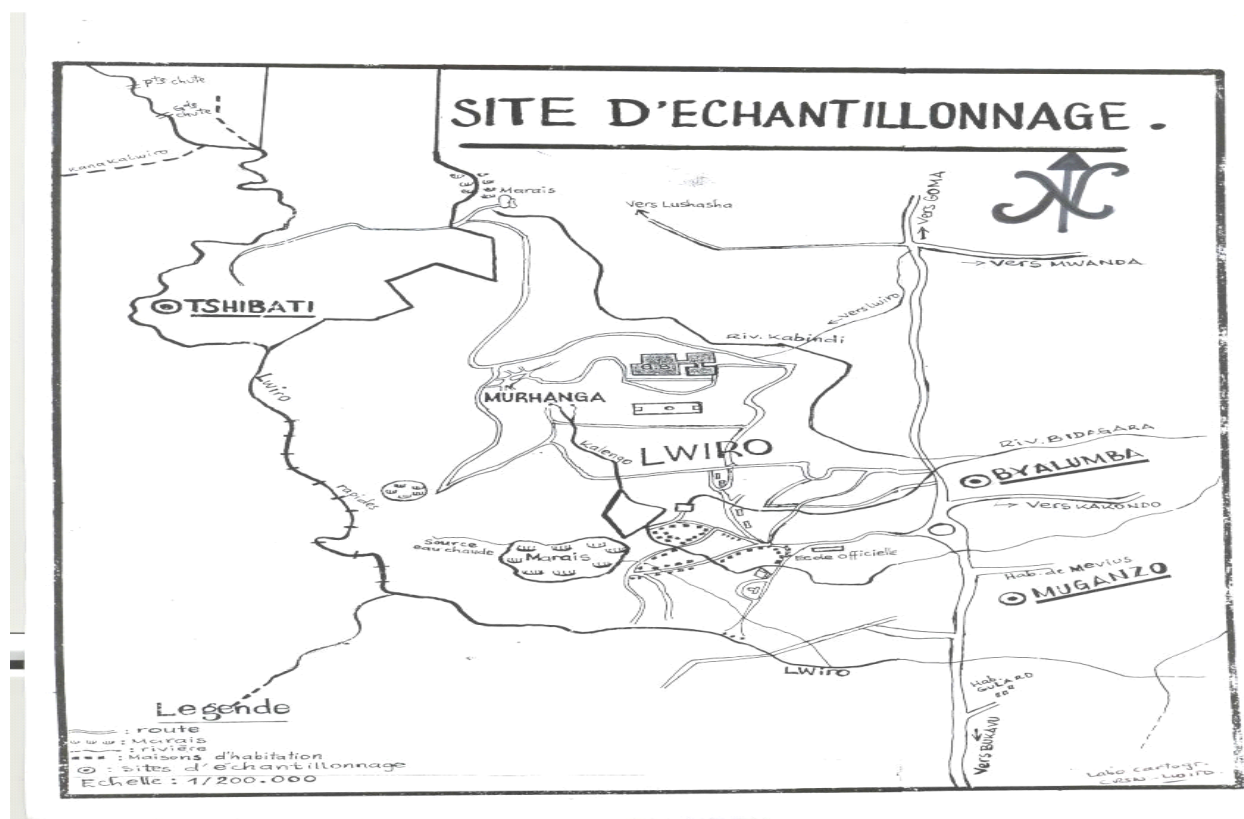
Le Sud-Kivu est situé à l'Est de la République Démocratique du Congo, approximativement entre 1°36' et 5° de latitude sud d'une part et 26°47' et 29°20' de longitude Est d'autre part. Quant aux terrains qu'on y trouve, ils peuvent être groupés en deux ensembles principaux. Les environs de la ville de Bukavu sont des régions volcaniques où l'on rencontre des roches basaltiques, voire des laves anciennes vers INERA MULUNGU et LWIRO. La complexité des sols provient de la variété des roches mères, du climat, de l'altitude et du relief. On pourrait néanmoins les classer en trois grands groupes : les sols volcaniques récents superficiels et très fertiles, les sols des plaines alluviales à fertilité moyenne et les sols des roches anciennes à fertilité variant entre moyenne et très bonne.

La région de Lwiro trouve sa dénomination à partir de la rivière Lwiro, un affluent du lac Kivu qui prend sa source dans le vaste marais Musisi du parc national de Kahuzi Biega. Le concept « région de Lwiro » a été introduite pour la première fois comme zone écologique par [10] lors de leurs inventaires des muridés de la région occidentale du lac Kivu. Cette région se situe dans le territoire de Kabare, à 40 km au Nord de la ville de Bukavu. Elle regroupe à la fois les localités des groupements d'Irhambi et Bugorhe drainé par la rivière Lwiro et ses affluents telles que les rivières Kabindi, Kalengo, Birunga, Kayumaga, Kamirihembe. Elle s'étend entre 28°45'-28°85' de longitude Est et de 2°15'-2°30' de latitude Sud avec des altitudes variant entre 1470 m et 2200 m d'altitude (lisière du parc national de Kahuzi Biega), sur une superficie de 41 km². Cette région est couverte d'un sol volcanique, et formée par l'alternance des collines et des vallées et bénéficie d'un climat tropical humide comprenant une longue saison de pluie de 9 mois (septembre à mai) et une courte saison sèche de 3 mois (de Juin à Août). La température annuelle moyenne de l'air est de 19,5°C et l'humidité relative varie entre 68 % à 75% [11], offrant un climat favorable à une diversité agricole. La végétation est constituée d'une savane herbeuse de montagne dominée par de graminées fortement diversifiées et quelques arbustes. Cette végétation a remplacé une végétation primitive constituée de la forêt primaire à *Albizia grandibracteata* dont les reliques sont encore visibles dans les stations de Mugeru et Kakondo et Lwiro [12].

Cependant, à première vue, la région apparaît comme une "forêt" à bananiers à l'intérieur de laquelle la population autochtone de l'ethnie Shi construit des maisons de type traditionnel, ou des cases en boue avec la toiture généralement faite avec les lanières de bananiers. Un réseau hydrique incluant aussi des marais dans les bas fonds draine le terrain, facilitant une agriculture permanente, et privant le paysan des moments de repos. Les contraintes majeures de la communauté sont liées à la surpopulation, avec une densité humaine d'environ 350 habitants/km² et aussi l'accès à la propriété de la terre: plus de 60% de citoyens sont des paysans sans Terres, forcées au système agricole de type féodal. Les terres appartiennent exclusivement aux Eglises, institutions gouvernementales, et aux chefs locaux. Notre site d'étude est situé sur l'axe Tshibati – Byalumba dans les groupements d'Irhambi et Bugorhe à l'Ouest du Lac Kivu. Les caractéristiques principales de chaque site sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous. Au sein de chaque site, notre choix était dicté par la structure des roches, roches volcaniques à Tshibati, roches précambriennes à Muganzo et les roches calcareuses à Byalumba.

Tableau1 : les caractéristiques de chaque site.

Sites	Altitude	Caractéristiques des sites
TSHIBATI	1979 m	- Roches volcaniques
MUGANZO	1616 m	- Végétation à <i>Bidens pilosa</i> - Présence des roches quartzitiques - Végétation à <i>Digitaria abyssinica</i> - Carrière à sable et moellon
BYALUMBA	1574 m	- Roches calcareuses - Eau thermale - Végétation à <i>Digitaria abyssinica</i> - Présence des fossils



MATÉRIELS ET MÉTHODES

Pour réaliser ce travail de recherche nous avons utilisé plusieurs démarches complémentaires, menées en parallèle:

- Nous avons opté pour une approche stationnaire. Trois stations réparties entre la résidence de Tshibati, Muganzo et les eaux thermales de Byalumba furent ainsi choisies (Tableau1).
- La méthodologie mise en œuvre dans la collecte des données de cette étude est basée sur l'observation directe des sites en rapport avec la géologie telle que décrit par [13] avec des questions simples et ouvertes auprès des personnes des villages rencontrées pour des éclaircissements sur l'état du sol par une marche transversale (transect walk) tel que défini par [14].
- type croûte superficielle, système de culture (polyculture), couverture végétale et les pratiques culturales ont été identifiés après observation au site d'étude.
- Dominance de la végétation d'au moins 75% selon l'échelle de Braun-Blanquet, 1956 a été identifiée. Sur chaque parcelle nous avons mesuré 10m² qui fut divisé en quatre parties, un individu devait se placer dans chaque cadre afin de mieux observer la distribution de végétation.
- Après avoir creusé avec une machette, la profondeur de la couche arable a été mesurée par une latte graduée.
- Les indicateurs liés à la gestion du sol dans la région ont été déterminés.
- Récolte de la végétation a été réalisée à l'aide d'une machette sur un quadra de 1m². La biomasse fraîche a été pesée sur terrain et la biomasse sèche a été pesée après trois jours de séchage au soleil. L'identification des espèces végétales a été réalisée à l'Herbarium du CRSN/Lwiro.
- des enquêtes sur la perception que les paysans impliqués dans la gestion et/ou qui exploitent le sol ont de la végétation et des cultures (démarche anthropologique) ont été réalisées.
- La situation climatique, analyse des données sur la température et la pluviométrie obtenues du service climatologique du Département de Géophysique (CRSN/LWIRO).

LES MÉTHODES D'ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont fait l'objet d'un dépouillement manuel et ont été saisies et analysées à l'aide du tableur Microsoft Excel 2003. Les résultats obtenus ont été traités par des statistiques descriptives par détermination des moyennes, fréquences et écart-type.

RESULTATS

Tableau 2 : Variables identifiées à Tshibati, Muganzo et Byalumba

Variables	TSHIBATI (sol volcanique) 1700 – 650	MUGANZO (sol basaltique) 1900 – 450	BYALUMBA (sol calcaireux) 1600 – 350
Biomasse (g/m ²)			
Couverture végétale (%)	45	25	65
Profondeur de l'horizon A (cm)	38	40	54
Type de croute superficielle	Intacte	Lessivé	Intacte
Pratique culturales	Labour-semi-sarclage	Labour-semi-sarclage	Labour-semi-sarclage
Système de culture	Haricot, manioc, maïs, sorgho, arachide	Maïs, manioc, haricot, patate douce	Manioc, haricot, soja, sorgho, maïs

Ce tableau 2 nous renseigne que la biomasse fraîche est abondante à Muganzo 1900g/m²), suivi de Tshibati (1700g/m²) et enfin Byalumba (1600g/m²). La couverture végétale est importante à Byalumba, Moyenne à Tshibati et faible à Muganzo. La profondeur de l'horizon A est de 54cm à Byalumba, 40cm à Muganzo et 38cm à Tshibati et. Les pratiques culturales et le système cultural sont les mêmes dans les trois sites.

Tableau 3 Végétation indicatrice de sol fertile et non fertile dans nos sites d'étude

Sites	Végétation indicatrice sol fertile	Végétation indicatrice sol non fertile
TSHIBATI sol volcanique	<i>Bidens pilosa</i> L., Asteraceae <i>Galinsoga parviflora</i> Cav., Asteraceae <i>Commelina diffusa</i> Burm.f., Commelinaceae <i>Commelina benghalensis</i> L., Commelinaceae <i>Digitaria abyssinica</i> , Poaceae	<i>Penicetum polystachy</i> , Poaceae <i>Rhynchelytrum repens</i> , Poaceae <i>Tagetes minuta</i> , Asteraceae <i>Cyperus distans</i> , Cyperaceae <i>Imperata cylindrica</i> , Poaceae <i>Conyza sumatrensis</i> , Asteraceae <i>Indigofera arecta</i> , Fabaceae <i>Guizotia scabra</i> , Arteraceae <i>Pennicetum giganteum</i> , Poaceae <i>Pavonia urens</i> , Lamiaceae <i>Sida rhombifolia</i> , Lamiaceae
Total	5	11
MUGANZO sol sabloneux (quartz)	<i>Digitaria abyssinica</i> , Poaceae <i>Commelina benghalensis</i> , Commelinaceae <i>Bidens pilosa</i> , Asteraceae <i>Galinsoga parviflora</i> , Asteraceae	<i>Leonotis nepataefolia</i> , Lamiaceae <i>Pavonia urens</i> , Lamiaceae <i>Imperata cylindrica</i> , Poaceae <i>Rhynchelytrum repens</i> , Poaceae <i>Sida rhombifolia</i> , Lamiaceae <i>Cyperus distans</i> , Cyperaceae <i>Penicetum polystachy</i> , Poaceae <i>Pennicetum giganteum</i> , Poaceae <i>Conyza sumatrensis</i> , Asteraceae <i>Indigofera arecta</i> , Fabaceae
Total	4	10
BYALUMBA sol calcaireux	<i>Bidens pilosa</i> , Asteraceae <i>Galinsoga parviflora</i> , Asteraceae <i>Commelina diffusa</i> , Commelinaceae <i>Commelina benghalensis</i> , Commelinaceae <i>Digitaria abyssinica</i> , Poaceae	<i>Conyza sumatrensis</i> , Asteraceae <i>Tagetes minuta</i> , Asteraceae <i>Sida rhombifolia</i> , Lamiaceae <i>Pavonia urens</i> , Lamiaceae <i>Rhynchelytrum repens</i> , Poaceae <i>Imperata cylindrica</i> , Poaceae <i>Leonotis nepataefolia</i> , Lamiaceae <i>Pennicetum giganteum</i> , Poaceae <i>Penicetum polystachy</i> , Poaceae <i>Cyperus distans</i> , Cyperaceae
Total	5	10

De ce tableau nous constatons que sur le terrain de Tshibati, 16 espèces végétales ont été récolté dont 11 espèces indicatrice de sol non fertile, soit 68,75% et 5 espèces indicatrice de sol fertile soit 31,25%. A Muganzo, nous avons récolté 4 espèces végétales indicatrices de sol fertile, soit 28,57% et 10 espèces indicatrices de sol non fertile soit 71,43%.

Quant à Byalumba il y a 10 espèces indicatrices de sol non fertile, soit 66,66% et 5 espèces indicatrices de sol fertile, soit 33,34%.

EVOLUTION SPATIALE DE LA VÉGÉTATION À TSHIBATI, MUGANZO ET BYALUMBA

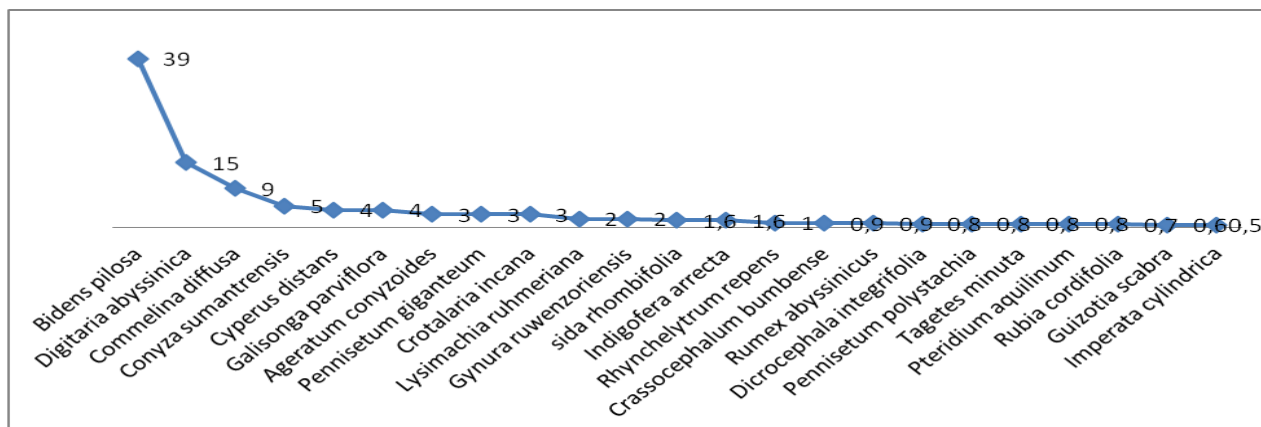


Figure 2: Evolution spatiale de la végétation sur un sol volcanique à Tshibati

La figure 1 nous montre que les espèces indicatrice de sol infertile représentent un pourcentage négligeable (*Imperata cylindrica* 0,5% *Guizotia scabra* 0,6% *Tagetes minuta* et *Pennisetum polystachy* 0,8% *Rhynchelytrum repens* 1%) sauf *Conyza sumatrensis* 5%, *Pennisetum giganteum* 3%. Cette situation ne peut en aucun cas inquiéter l'agriculteur étant donné qu'il suffit de procéder à un amendement quotidien des champs pour éviter son épuisement.

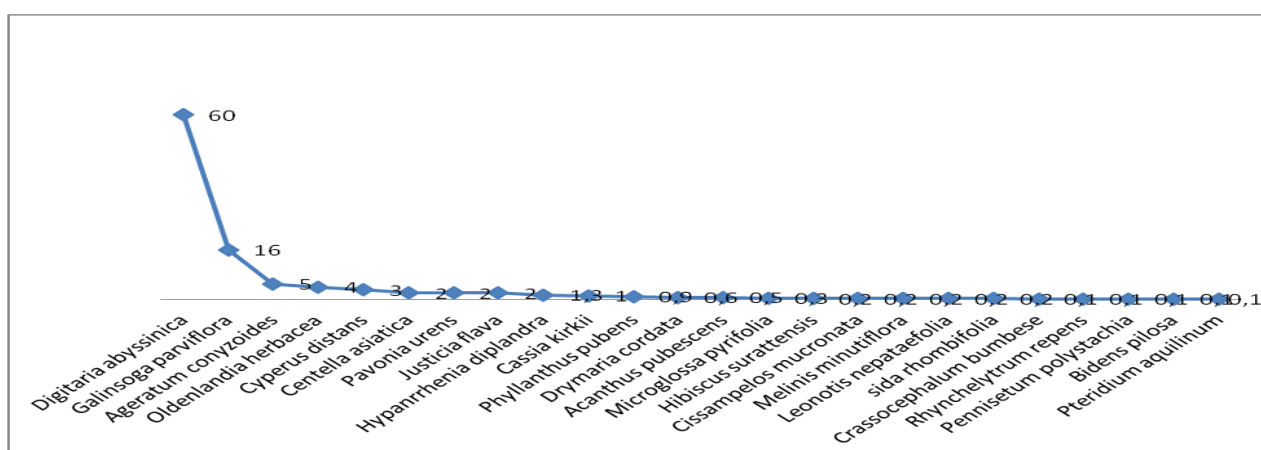


Figure 3: Evolution spatiale de la végétation à Muganzo sur sol basaltique

La figure3 montre que les espèces indicatrices de sol non fertile se présentent de la manière suivante *Sida rhombifolia* 0,2%, *C. R*, *Rhynchelytrum repens* 0,1%, *Pennisetum polystachy* 0,1%, et *Pteridium aquilinum* 0,1%, *Pavonia urens* 2%.

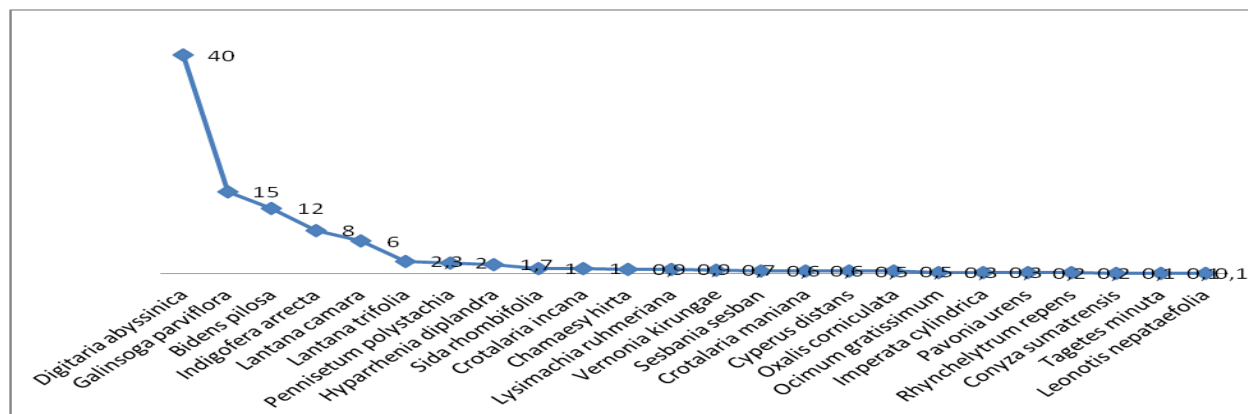


Figure 4: Evolution spatiale de la végétation sur sol calcaire à Byalumba

A partir de cette figure nous remarquons que le sol calcaireux est différent d'autres types de sol en ce sens que *Digitaria abyssinica* 40%, espèce indicatrice de sol fertile colonise presque tout cet espace, suivi de *Galinsoga parviflora* 15%, *Bidens pilosa* 12%, les autres espèces indicatrice de sol non fertile sont moins abondantes, *Imperata cylindrica* 0,3%, *Rhychelytrum repens* et *Pavonia urens* 0,2%, *Conyza sumatrensis* 0,1% et *Tagetes minuta* 0,1%.

VARIATION ANNUELLE DE LA TEMPERATURE ET PLUIE A LA STATION CLIMATOLOGIQUE DE LWIRO PENDANT 30 ANS.

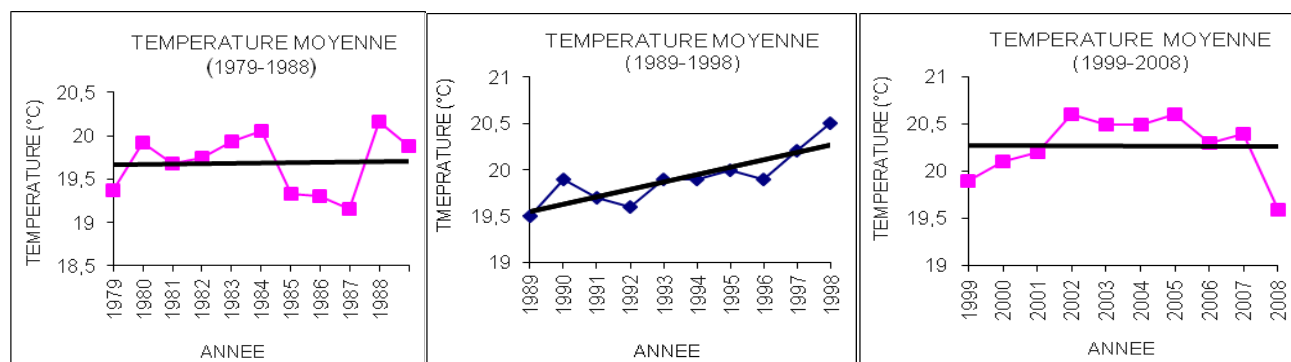


Figure 5. Variations des moyennes annuelles de températures à la station de Lwiro de 1979 à 2008

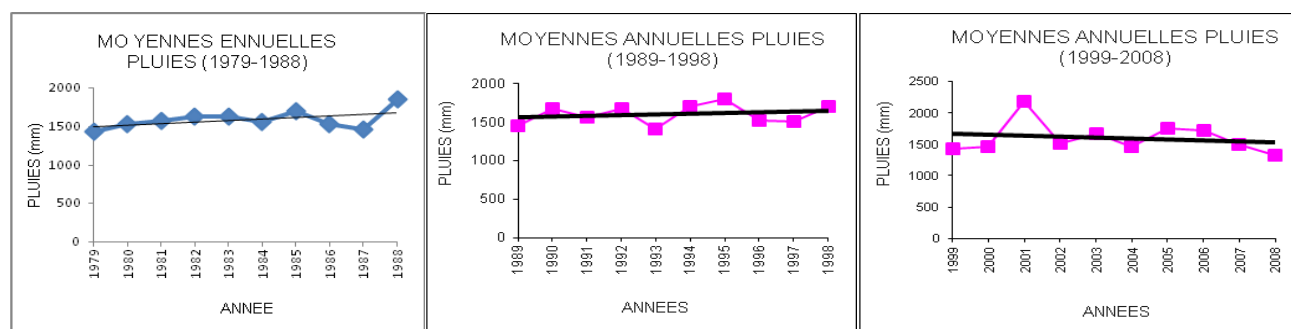


Figure 6. Variations des moyennes pluviométriques à la station de Lwiro de 1989 à 2008

Les figures 5 et 6 montrent une évidence de changements climatiques en liant pluviosité et température de l'air.

Ces figures montrent que les températures moyennes annuelles de la station de Lwiro (Figure 4) varient considérablement depuis 1979 jusqu'en 2008. De 1979 à 1988, la température moyenne des températures moyennes annuelles était de 19,68°C, de 1989 à 1998 elle est passée à 19,91°C jusqu'à atteindre 20,27°C dans la dernière partie. La tendance est dans le sens de l'augmentation.

Concernant la pluviométrie (Figure 5), les moyennes de totaux annuels des pluies varient d'une décennie à l'autre. De 1979 à 1988, la moyenne des totaux annuels des pluies était de 1589,42mm, elle est passée à 1606,85 de 1989 à 1998, puis à 1596,5 dans la dernière décennie de 1999 à 2008. Ces facteurs climatiques influencent positivement ou négativement la végétation et le sol dans cette région.

Tableau 4 Classification des indicateurs liés à la gestion du sol dans la région de Lwiro

INDICATEURS	Tshibati	Muganzo	Byalumba
Terres agricoles récupérées par les méthodes culturales améliorées (en ha)	0,5	0,3	1
Restauration du sol par résolution des conflits des terres (en ha)	1	2	3
Réhabilitation des champs des cultures dégradés (en ha)	0,3	0,2	2
Terres érodées stabilisées par plantation d'arbres (en ha)	1	0,7	2
Adoption de moyens d'existence de substitution (Nbre de gens) 30	9	15	22

L'amélioration des méthodes culturales pour récupérer les terres occupe un espace considérable à Byalumba (1ha), suivi de Tshibati (0,5ha) et Muganzo (0,3ha). La restauration des sols représente 3ha à Byalumba 2ha à Muganzo et 1ha. La réhabilitation des champs des cultures 2ha à Byalumba 0,2ha à Muganzo et 0,3ha à Tshibati.

Tableau 5 Type de roche identifiant la nature du sol dans notre milieu d'étude

Tshibati	Muganzo	Byalumba
Cendré volcanique	Roches quartzitiques	Alluvions et colluvions formations organiques
Sable	Argile très lourde	Argile
Sable calcarifère	Argile lourde	Argile limoneuse
Sable limoneux	Argile Caillouteuse	Matériaux organique
Limon lourd sableux	Gravillon et matériaux rocailloux	
Argile légère		
Argile		
Argile sableuse		
Sable argileux		

Source: Pecrot et Leonard, 1960. DORSALE DU KIVU

Les sols calcaireux sont caractérisés par une teneur en matière organique supérieur à 30%, l'épaisseur de la couche arable est supérieure à 50cm et le rapport C/N est plus élevé. Ce profil occupe parfois de grandes superficies dans les marécages de la région de Lwiro. Son pH moyen est de 4,4. Ces sols sont profonds et fertiles lorsqu'ils sont bien traités et protégés de l'érosion.

Les roches éruptives basiques du type basaltique donnent une argile rougeâtre très lourde dans le sol superficiel. Les laves récentes s'altèrent superficiellement en donnant un sol sablonneux. La couche superficielle varie entre 5-20cm le pH moyen est de 7,0.

Le pH est légèrement acide (6,0). Ce sont d'excellent terrain de culture rangés parmi les sols fertiles de la région.

DISCUSSION ET CONCLUSION

A Bugohe et Irhambi/Katana, nous constatons que la valeur informative de la végétation et de certains signes édaphiques permettent aux paysans de décider de mettre ou non en culture une parcelle. En effet, les espèces indicatrices données par les paysans peuvent pousser indifféremment sur les deux types de sol (fertile ou non fertile).

Il était facile de trouver une catégorie d'espèce rare, dont l'intérêt est qu'elles ne poussent que sur un seul type de sol, ces espèces nous les avons appelée « espèces indicatrices d'un sol » (voir tableau 3). Mais nous nous sommes rendu compte que ces espèces pour être vraiment indicatrices devraient être affectées d'une note d'abondance. Lorsqu'une espèce représentait une couverture végétale de plus de 75%, alors elle caractérisait bien le type de sol (Braun Blanquet, 1956). Dans cette étude, nous constatons que l'espèce *Bidens pilosa* représente 39% sur un sol volcanique à Tshibati alors que sur le quartz à Muganzo il est de 0,1% et à Byalumba sur le sol calcaire il représente 12%. L'espèce *Digitaria abyssinica* représente 60% à Muganzo, 15% à Tshibati et 40% à Byalumba sur le calcaire. L'espèce *Galinsoga parviflora* domine le sol calcaire avec 15%, à Muganzo il représente 16% et à Tshibati il représente 4%. La présence de ces espèces dans ces sites nous renseigne que le sol pourrait être fertile surtout que les cultures trouvées à ces endroits présentent des bonnes caractéristiques physiques.

D'autres travaux menés au nord du Cameroun dans le cadre du programme jachère, portant sur le suivi de la fertilité physique et biochimique des sols, de la diversité des espèces végétales, ont également permis la mise en évidence de plantes indicatrices de changement du milieu [15].

Un sol profond, de même nature et de précipitation identique, possède un grand nombre des plantes, tandis qu'un sol où la couche arable est mince, la végétation est pauvre, ou totalement absente [16]. Cette situation n'est pas identique dans notre étude car à Tshibati la couche arable a une profondeur de 38 cm, à Muganzo elle est de 40cm et à byalumba elle est de 54cm. En outre, à supposer que le couche du sol soit suffisamment épaisse, les espèces des plantes que l'on y rencontre et la forme que prennent les racines dépendent de son épaisseur.

La quasi-totalité des études sur la végétation post-culturelle montrent qu'après le climat, c'est le substrat édaphique qui influence le plus fortement la variabilité des successions. Il agit sur la composition floristique (nature des taxons et richesse des communautés) et sur la structure de la végétation. Par ailleurs, plusieurs études montrent des variations de la durée ou de la nature de la succession en fonction du sol; ce que l'on peut considérer comme un effet fonctionnel lié au substrat édaphique. La présence d'une espèce à un endroit donné montre que les conditions de sa niche écologique y sont réalisées [17].

Les résultats ont montré un abandon de la jachère qui était la technique de restauration des sols. Cela est probablement dû à la forte démographie à laquelle est confrontée la zone suite au déplacement des populations venues des régions insécurisées à la recherche des terres fertiles. Ceci a été affirmé par [18], qui ont établi une forte corrélation entre l'augmentation de la densité des populations et des effets négatifs induits sur les ressources naturelles. La pression sur les terres exploitables affecte leur fertilité ce qui se traduit par une baisse des rendements agricoles dans la région de Lwiro, ceci a été observé au Cameroun dans le travail réalisé par [19].

La forte variabilité dans l'espace et dans le temps de la végétation de savane est due à divers facteurs issus de l'hétérogénéité du substrat édaphique et des facteurs d'utilisation anthropique. Cette variabilité consiste également à une coexistence dans des formations de végétaux ligneux et herbacés en compétition dont la proportion est fortement influencée par les actions anthropiques, principalement le feu et le pâturage [20], [21].

Le travail de [22] était focalisé sur 5 espèces caractéristiques de sol à Kabare et Walungu tandis que dans la région de Lwiro nous avons travaillé sur 17 espèces caractéristiques de sol fertile et non fertile. Nos résultats ne sont pas très différents de leurs mêmes si nous nous sommes focalisés sur trois différents types de roches à Tshibati, Muganzo et Byalumba.

Les données recueillies à la station de climatologie du centre de recherche de Lwiro montrent clairement des écarts de température et des perturbations des pluies variant tragiquement d'année en année.

Ceci frise déjà un processus de changements climatiques, un phénomène global qui n'est pas encore intériorisé ou pris en compte par les paysans dans leur mécanisme d'autopromotion. L'adaptation au changement climatique ne peut être que locale réduisant probablement la disponibilité en eau douce pour l'agriculture et, compliquant les activités agricoles des paysans.

Nous concluons qu'on ne peut prétendre identifier des listes universelles, de plantes indicatrices pertinentes d'un sol volcanique, sablonneux ou calcaireux. Nous avons montré que la prise en compte de la région agro-écologique et des conditions édaphiques améliorent le rôle de bioindicateurs des espèces végétales; celui-ci peut être encore affiné par la prise en compte, au niveau du terroir, de la perception qu'ont les paysans agriculteurs des différents taxons.

Cette étude nous a permis de démontrer que la dominance des espèces végétales sert à caractériser qualitativement les sols. Etant donné que les plantes indiquent avec fiabilité le niveau de fertilité du sol, des mécanismes d'amendements du sol dégradé seront mis sur pied et la protection de ceux qui sont encore fertile par l'agriculteur, l'agent de développement ainsi que les décideurs qui ne savent pas accéder aux analyses de laboratoires plus approfondies.

Pour arriver à la conservation de la biodiversité via l'habitat, d'abord une sensibilisation des populations s'impose, puis la création et le développement des terres villageoises, gage de la gestion durable des ressources naturelles et dans lesquelles les populations pourront tirer des produits utiles pour leurs besoins usuels.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les Techniciens de Recherche et Laborantins du Département de l'Environnement CRSN/LWIRO pour leur contribution à la récolte des données. L'identification de la végétation a été réalisé par les Laborantins de l'Herbarium de Lwiro (DUMBO KIRUNDO, CINIAGA MUHAHALA Sébastien et LAGRISSI RWENDA), qu'ils trouvent ici nos sentiments de gratitude.

REFERENCES

- [1] Ngongo M. et Lunze L., 2000. Espèce d'herbe dominante comme indice de la productivité du sol et de la réponse du haricot commun à l'application du compost, *African Crop Science Journal*, Vol. 8 N°3, pp. 251-261
- [2] Thimonier, A., Dupouey, J.L., Bost, F., & Becker, M., 1994. Simultaneous eutrophication and acidification of a forest ecosystem in North-East France. *New Phytologist*, 126, 533-539.
- [3] Traoré K., & Toé A. M., 2008. Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso. Rapport de consultation, MAHRH/DVRD, Ouagadougou, Burkina Faso, 99 p.
- [4] Floret C. & Pontannier R., 1993, Recherche sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique tropicale. In: Floret C., Serpantier G., (eds), *La jachère en Afrique de l'ouest*. Collection et Séminaires, ORSTOM. Paris.
- [5] Vink A. P. A., 1983. *Landscape ecology and land use*. Longman, New York, USA. 264 pp.
- [6] Falkengren-Grerup, U. (1989) Soil acidification and its impact on ground vegetation. *Ambio*, 18, 179-183. Thimonier, A., Dupouey, J.L., Bost, F., & Becker, M., 1994. Simultaneous eutrophication and acidification of a forest ecosystem in North-East France. *New Phytologist*, 126, 533-539.
- [7] Floret, CH., Pontannier, R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. *Trav. Docum. ORSTOM*, 150, 544 p. Le Houerou, H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues du Maroc, de l'Algérie et de la Libye). Thèse doct. d'Etat et _Sci., Ann. Inst. Nat. Rech Agron. Tunis, 42 (5) : 1-620, 1 carte couleur, 1/500.000, 2 feuilles, 40 phot., 28 figs., 46 tabl.
- [8] Le Houerou, H.N., 1990. Recherches biogéographiques sur les steppes du nord de l'Afrique. Thèse doct. d'Etat de géographie, Univers. Paul Valéry, Montpellier, 3 vol.
- [9] Talbi, M., 1993. Contribution à l'étude de la désertification par télédétection dans la plaine de la Jeffara du sud-est tunisien. Thèse doct. d'Etat en géographie, Université de Tunis I, 305 p.
- [10] Rahm, U. et F. Dieterlen, 1966, Les muridés de la région de Lwiro. Bruxelles, Musée Royal de Tervuren, 41 p.
- [11] Bisimwa, M.A., Ngera, M.F. et Baluku, B., (2009). Inventaire préliminaire du périphyton épilithique des cours d'eau de la région de Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo. *Cahier du CERUKI, Numéro Spécial CRSN-Lwiro*, 74-82
- [12] P-BEATRA, (2005). Etude de la Biodiversité des Ecosystèmes du Parc National de Kahuzi-Biega et du Lac Tanganyika et ses affluents à Uvira, Est de la République Démocratique du Congo. Rapport de la Session de Formation de Juillet-Août 2005. Programme BEATRA, 104p
- [13] Neuman, L., W., 2011, *Social research methods. Qualitative et quantitative approaches*. Ed. Pearson, 631 p.
- [14] Dery B.B., Otsyina R., Ng'atigwa C., 1999. Indigenous Knowledge of medicinal trees and setting priorities for their domestication in Shinyanga Region, Tanzania : International Centre for Agricultural Research
- [15] Floret C. & Pontannier R., 1993, Recherche sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique tropicale. In: Floret C., Serpantier G., (eds), *La jachère en Afrique de l'ouest*. Collection et Séminaires, ORSTOM. Paris.
- [16] M'Biandoun M., Guibert H. & Olina J.P., 2005 : Caractérisation de la fertilité du sol en fonction des mauvaises herbes présente (CIRAD), av. Agropolis, F-34398 Montpellier, cedex 5 France
- [17] Hutchinson G.E. (1957). «Concluding remarks », *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, n° 22 : pp. 415-427.

- [18] Hibra-Samgue V., 2004. Gestion durable de la fertilité des sols sahéliens: stratégies adaptatives des paysans du plateau central du Burkina Faso face à la variabilité climatique. Cas de la province du Zandoma. Mémoire de DESA, Université Abdou Moumouni, Niger, 79pp.
- [19] Ouédraogo I., Savadogo P., Tigabu M., Cole R., Oden P.C. & Ouadba J.M., 2009. Is rural migration a threat to environmental sustainability in southern Burkina Faso? *Land Degrad. and Develop.* 20(2): 217-230. Whitmore T. C., 2005. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Oxford University press, New York, USA. 296 pp.
- [20] Traoré K., & Toé A. M., 2008. Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso. Rapport de consultation, MAHRH/DVRD, Ouagadougou, Burkina Faso, 99 p.
- [21] Frost P.G.H., Medina E., Menaut C., Solbrig O.T., Swift M. & Walker B.H., 1986. «Responses of savana to stress and disturbance : a proposal for a collaborative program of research », *Biology international Special Publication (LU.B.S.)*, n10: pp. 1-82.
- [22] Donfack P., Amougou A. & Moukouri Kuoh H., 2000. «Fonctionnement écologique des jachères courtes: un cas de l'influence du feu sur les indicateurs de reconstitution au Nord-Cameroun», in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol 1,pp. 369-377.
- [23] Ngongo M. et Lunze L., 2000. Espèce d'herbe dominante comme indice de la productivité du sol et de la réponse du haricot commun à l'application du compost, *African Crop Science Journal*, Vol. 8 N°3, pp. 251-261

Contribution à la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de *Solanum tuberosum* par les extraits de *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*

[Contribution on the struggle against *Pseudomonas solanacearum* agent of bacterial wilt of potato by the extracts from *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*]

Mutuga Bienfait BYENDA¹, Nalwidi Gilbert BALEZI¹, Mwapu Pascal ISUMBISHO², and Lubobo Antoine KANYENGA³

¹Section d'Agronomie,
Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (I.S.E.A.V) Mushweshwe,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique (I.S.P.) Bukavu,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

³Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, Katanga, 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 survey carrying on the struggle against the bacterial wilt of the potato has been led between November 2012 and February 2013 on the Penap variety in the perspective to defend *Solanum tuberosum* against the aggressions of *Pseudomonas solanacearum* and to valorize thus potentialities them bactericidal and insecticide that offer *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*. To the results gotten it has been established that the use of the excerpts of *T. vogelii* about 200g leaves in one liter of water on the potatoes during one month stop not only the propagation of the illness but also increase the vigor and is important to prolong the longevity of the plantations reached. As for the use of *N. tabacum* in the treatment of the bacterial withering of the only potato, its mechanical effect against the vector has been found. The association of two plants however was a factor to high risk for the potatoes.

KEYWORDS: Bacterial withering, aqueous excerpts, potato, *Pseudomonas solanacearum*, *Tephrosia vogelii* and *Nicotiana tabacum*.

RESUME: L'étude portant sur la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de la pomme de terre a été menée entre Novembre 2012 et Février 2013 sur la variété Penap dans la perspective de défendre *Solanum tuberosum* contre les agressions de *P. solanacearum* et valoriser ainsi les potentialités bactéricides et insecticides qu'offrent *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*. A l'issu des résultats obtenus il a été établi que l'utilisation des extraits de *T. vogelii* en raison de 200g des feuilles dans un litre d'eau sur les pommes de terre pendant un mois peut non seulement arrêter la propagation de la maladie mais aussi augmenter la vigueur et prolonger la longévité des plants atteint dans un champ. Quant à l'utilisation de *N. tabacum* dans le traitement du flétrissement bactérien de la pomme de terre seul son effet mécanique contre le vecteur a été trouvé cependant l'association de deux plantes a été un facteur à haut risque pour les pommes de terre.

MOTS-CLEFS: Flétrissement bactérien, extraits aqueux, pomme de terre, *Pseudomonas solanacearum*, *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*.

1 INTRODUCTION

La Pomme de terre, *Solanum tuberosum*, est une culture typique des régions tempérées, cependant on la cultive aussi sous les tropiques aux altitudes élevées car elle exige des températures élevées de 24°C le jour et 16°C la nuit pour tubériser [1].

En République Démocratique du Congo, comme dans d'autres pays africains *Solanum tuberosum*, est devenu un aliment relativement important pour une certaine couche de la population surtout urbaine [2]. Elle accompagne le haricot, la viande, et d'autres légumes pendant le repas. Ce sont les agriculteurs ruraux qui fournissent les produits agricoles aux différentes villes des pays. Leurs activités doivent attirer une attention particulière des chercheurs.

Dans les pays tropicaux, la pomme de terre est considérée comme aliment de luxe. Elle peut aussi être utilisée en alimentation du bétail. Dans l'industrie elle sert à la fabrication d'aliment, d'alcool, de fécule, etc. [3]. Elle rapporte beaucoup de capitaux aux cultivateurs. Sur le marché public à Bukavu au Sud Kivu, 1kg de pomme de terre coûte 1 dollar américain.

Le progrès de la médecine et l'observation des règles d'hygiène par la population, ont contribué à l'explosion démographique, déjà 7milliards d'individus sur la terre [4], sans accroître les superficies cultivées d'une part et le rendement des cultures d'autre part. En effet, en République Démocratique du Congo, 7^e plus grand pays agricole du monde en terme de potentiel agricole, les surfaces cultivées sont restées les mêmes, seulement 10% du potentiel agricole du pays est exploité [5]. Le défi majeur pour l'agriculteur est de produire des aliments de qualité, en quantité suffisante qui soient accessibles pour assurer la sécurité alimentaire.

Le rendement demeure insuffisant, dans notre région, étant donné l'utilisation des techniques culturales non adéquates, des variétés à faible rendement ou ayant dégénérées et perdues la vigueur au cours des campagnes culturales, l'attaque des plantes par des maladies, des ravageurs et les conditions abiotiques très fluctuantes.

Le Sud Kivu est une région des bonnes terres, mais dans laquelle les plantes cultivées sont plus victimes des maladies virales, bactériennes, mycosiques, parasitaires ainsi que des ravageurs. A cause des conditions environnementales favorables, les bioagresseurs des plantes s'y développent largement.

La pomme de terre qui occupe une place de choix dans l'alimentation et l'économie des ménages est menacée par des maladies qui abaissent significativement son rendement [6]. Le flétrissement bactérien dû à la bactérie *Ralstonia solanacearum* (syn. *Pseudomonas solanacearum*) est l'une des plus graves maladies de la pomme de terre intervenant dans de nombreux pays [7]. Dans les pays en développement, les *Pseudomonas* causent des pertes économiques sur les cultures comme *Arachis hypogea*, *Solanum tuberosum*, *S. lycopersicum*, *S. melongena* et *Musa* spp, selon Ramenent en 2010 [8]. Dans notre Pays, deux maladies limitent la production de la pomme de terre entre autre le mildiou causé par *Phytophthora infestans* et la bactériose causée par *Ralstonia solanacearum* [9] et par conséquent l'agriculteur perd son énergie en travaillant et ses investissements sont voués à l'échec.

Au sud Kivu, des champs de pomme de terre perdent toute la production suite aux agressions des bactérioses [10]. La plupart n'ont pas de traitement curatif, surtout la bactériose causée par *Pseudomonas solanacearum* (Syn. *Ralstonia solanacearum*) pour laquelle il n'y a pas de produit chimique pour lutter contre ses agressions [11]. On doit donc essayer d'éviter qu'elle se présente et/ou se propage dans le champ.

Les moyens de lutte préventive sont : arracher les plants malades et les brûler hors du champ, ne pas prendre la semence sur les plants voisins de celui qui était malade et respecter la rotation culturale en fonction des campagnes [6]. Actuellement les études sont en cours au CIP (Centro Internacional de la Papa) au Pérou sur la résistance de la pomme de terre aux principales maladies, en particulier la résistance aux *Pseudomonas solanacearum* [1].

Dans la perspective de combattre les ravageurs et les maladies de la pomme de terre dans la région du Sud Kivu, cette étude envisage d'essayer l'utilisation des principes actifs d'autres plantes. C'est pourquoi, connaissant que certaines plantes sont réputées bactéricides, fongicides et insecticides, ne seraient-elles pas une solution pour les agriculteurs paysans qui assistent impuissamment à la mort de leur plants juste pendant la floraison ? C'est ainsi que *Nicotiana tabacum*, une plante réputée insecticide et fongicide [12] et *Tephrosia vogelii*, une plante bactéricide et insecticide ([13], [14]) ont été choisies pour les essais de lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de la pomme de terre, une des maladies plus dévastatrices de la pomme de terre dans la région. La résistance de cette bactérie, les pertes enregistrées en cas d'attaque, la disponibilité de la variété *Penap*, très vulnérable à cette maladie [6], les avantages qu'offre la pomme de terre dans l'économie et dans l'alimentation, demandent qu'on s'attache à chercher des solutions afin d'augmenter le revenu rural.

Les différentes molécules comme la degueline isomère de roténone, $C_{23}H_{22}O_6$, la tephrosine isomère de toxicarol $C_{23}H_{22}O_7$, les substances toxiques comme la vogeline, la toxipherol, la rutine, la vogetine, l'hydrodegueline et d'autres produits toxiques contenus dans *Tephrosia vogelii* [13] et les différentes huiles ayant un pouvoir bactéricide et toxique [15] en association avec la nicotine et d'autres composés du tabac pourraient agir sur l'agent du flétrissement de la pomme de terre.

C'est aussi dans la perspective de valoriser les ressources naturelles locales, de protéger les cultivateurs et l'environnement contre les graves problèmes auxquels l'application des pesticides de synthèse les expose [16] que l'utilisation des extraits organiques a été envisagée dans cette étude.

Les feuilles des *N. tabacum* et *T. vogelii* cueillies ont été pesées, lavées à l'eau propre, égouttées, pilées, mélangées à l'eau puis filtrées pour obtenir des extraits totaux à appliquer sur les plants de pomme de terre variété Penap chaque matin et soir à la même heure pendant cinq semaines.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODE

L'essai a été réalisé du 1^{er} novembre 2012 au 13 février 2013 au terrain des essais de l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires de Mushweshwe situé à 02°18'47''8 Latitude Sud et 028°53'25''9 Longitude Est à 1503,5m d'altitude à Kabare Nord au Sud Kivu. (GPS map 76 marque GARMIN n° S/N 221734558 copyright 2009, made in Taiwan). Ce terrain est un sol neutre légèrement alcalin, de pH = 7,6 et de KCl = 6,7 ; dont la minéralisation de carbonate est rapide, le rapport C/N = 9,0%, sa teneur en magnésium est très élevée (17milliéquivalent par 100grammes) ainsi qu'en calcium 38 milliéquivalent par 100grammes. C'est un sol composite dont le potentiel de fertilité est moyennement bon. (Analyse faite à l'Institut National d'Etudes et Recherches Agronomiques Mulungu, Novembre 2012).

A part les matériels de labour, de sarclage, de peser et de pulvérisation, pour réaliser cet essai trois matériels biologiques utilisés sont :

- La Pomme de terre, *S. tuberosum*.

La semence utilisée, c'est la Pomme de terre, variété Penap. Elle était fournie par un paysan cultivateur de Kavumu en 2011. Elle a été semée dans le champ des essais en 2011 et il a été constaté que la semence était malade. Cette semence fut semée dans un autre champ en février 2012 pendant la campagne B et la même maladie est réapparue de façon agressive. C'était le flétrissement bactérien dû à *P. solanacearum*. Tout le diagnostic a été rendu possible par les directives contenues dans le livre « Sélectionnez le meilleur » [11]. La semence récoltée malade a été gardée afin d'y mener cette étude.

- *Tephrosia vogelii*,

Arbuste robuste à port buissonnant de 2 à 3 m de haut, existant à l'état sauvage dont les feuilles sont d'une vingtaine de centimètres. Son screening phytochimique révèle la présence des composés ayant des propriétés bactéricide et insecticide ([13], [14] et [17])

- *Nicotiana tabacum*

Le tabac est une solanacée souvent utilisé comme insecticide et fongicide ([12], [18]).

Il a été associé au traitement pour lutter contre les vecteurs des bactéries et aussi vérifier quel serait son effet sur la bactériose de la pomme de terre. Selon JOEP [19] la lutte contre les maladies bactériennes vise aussi à éliminer les insectes qui propagent éventuellement la maladie à la nouvelle plante. C'est ce qui justifie en partie le choix porté sur le tabac car il est souvent utilisé comme insecticide.

Le dispositif expérimental et la plantation ; après les labours de 15m², le premier champ a été subdivisé en quatre parcelles distantes de 0,5m l'une de l'autre et chacune mesurant 3,75m² de surface. La première parcelle T0 est le témoin qui n'a reçu aucun traitement. Les trois autres parcelles T1, T2 et T3 ont reçu respectivement les extraits de *N. tabacum*, de *T. vogelii* et de l'association de deux en proportion égale. Un autre dispositif expérimental avec des dimensions et des traitements identiques a été répété sur un deuxième champ distant de 60m du premier. La plantation consistait à la mise en terre de 15 tubercules par parcelle aux écartements de 40X50cm en raison tubercule par poquet à une profondeur comprise entre 5 et 10cm. La parcelle utile était cette surface effectivement occupée par les 15 pieds de pomme de terre.

Le produit a été préparé en prenant 200g des feuilles pilées pour chaque plante, puis solutionnées séparément dans un litre d'eau et filtrées. Pour la solution d'un mélange de deux plantes dans un litre, 100g des feuilles par plante ont été cueillies. Lors des travaux préliminaires, la concentration de 200g de feuilles dans un litre d'eau semblait donner un bon résultat par rapport aux autres c'est pourquoi elle a été retenue pour l'essai proprement dit.

Le traitement dans tous les deux champs avait commencé juste à l'apparition des premières attaques le 8 décembre 2012 qui se sont caractérisés par un flétrissement des feuilles sans jaunir et une fanaison pendant la journée. A la tombée de la nuit, les feuilles reprenaient leur turgescence. Pendant cinq semaines, chaque jour matin et soir les produits étaient pulvérisés au niveau du collet de chaque plante en raison de 0,125 litres de produit, ainsi chaque parcelle recevait 3,75 litres par jour donc 1,875 litres matin et soir.

Les paramètres suivants ont été observés tout au long de l'expérimentation : - nombre des plants flétris et leur vigueur pour évaluer l'évolution de la maladie ; - la durée de survie des plantes malades par rapport à l'effet du traitement, 5 plants malades par parcelle ont été numérotés et suivies pour cette fin ; - le rendement et - la durée de contamination entre plants voisins. Cette durée de contamination ne prend pas en compte la période d'incubation car l'expérience est in situ et il n'y a pas d'équipement nécessaire à la disposition pour déterminer la période car elle nécessite d'isoler la bactérie et de l'inoculer pour déterminer le temps d'incubation. Ainsi la durée de contamination entre deux plants voisins considérée dans ce travail prend court à partir de l'apparition des premiers signes de la maladie.

Pendant l'essai, un plant qui présenterait les signes des dégâts des ravageurs et les symptômes caractéristiques des pathologies autres que le flétrissement bactérien comme l'alternariose, le mildiou, les viroses, devait directement être arraché et brûlé hors de la parcelle. C'est pendant dans les champs d'essai aucun cas de ces pathologies n'a été signalé pendant la période d'étude.

L'analyse préliminaire n'a pas révélée des différences entre les résultats de deux champs mais des différences entre les traitements. Ainsi, les résultats chiffrés dans ce travail sont les moyennes pour chaque paramètre observé dans les deux champs par traitement.

Pour traiter les résultats, le test d'analyse de la variance a été faite par les logiciels EPI INFO 3.5.1. Etant donné que les plants étaient exposés aux extraits totaux de *N. tabacum* et *T. vogelii*, il fallait arriver à dégager l'effet de chaque traitement sur l'évolution du flétrissement bactérien de la pomme de terre due au *P. solanacearum*. Ce qui implique le choix du test épidémiologique : ODDS RATIO ou Cote d'exposition selon [20] dont la formule est :

OR = a.d/b.c où **OR** = Odds ratio ; **a** = cas traités devenus malades ; **b** = cas traités restés non malades ou guéris ; **c** = cas non traités devenus malades et **d** = cas non traités restés sains.

L'incidence, correspondant au nombre des plants malades par rapport au nombre des plants enquêtés, a été calculée par

la formule
$$(I) = \frac{\sum_{t=1}^n P_t}{N} \times 100$$
 Avec P_t = Nombre de pieds malade à la période de contrôle,

N = Nombre total de plant de la parcelle.

Les premiers signes de flétrissement sont apparus à la quatrième semaine qui a marqué aussi le début de la floraison dans toutes les parcelles. A cette même semaine le traitement a immédiatement commencé.

3 RESULTATS

Les résultats de traitement du flétrissement bactérien de la Pomme de terre par les extraits totaux de *N. tabacum* et *T. vogelii* sont consignés dans les tableaux ci-dessous 1, 2, 3. Le tableau 1, indique l'évolution de la fréquence moyenne des nouveaux cas des plants flétris par semaine selon chaque traitement pendant la période de l'essai.

Tableau 1. Moyennes de plants de pomme de terre flétris par semaine et par traitement

Traitement ↓	Nombre des plants malades par semaine							Moyennes des plants par champ		
	3 ^e : semaine après semi	4 ^e : début du traitement	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e semaine traitement	fin	Malades	sains	Total général
T0 : pas de traitement	0	1,5	2	3	2,5	4		13	2	15
T1 : <i>N. tabacum</i>	0	3	2,5	2	1,5	1		10	5	15
T2 : <i>T. vogelii</i>	0	3	1	1	0	0		5	10	15
T3 : <i>Tephrosia</i> + <i>Tabac</i>	0	2,5	4,5	3	2	2		14	1	15

De ce tableau il ressort que dans toutes les parcelles y compris celles qui n'avaient pas été exposées au traitement il y a eu augmentation du nombre des plants malades de façon continue sauf pour le traitement au *T. vogelii* où on remarque l'arrêt total de l'apparition des nouveaux cas à partir de la 7^e semaine après semi dans les deux champs.

L'incidence moyenne du flétrissement bactérien dans cet essai est de 93,3% dans les parcelles où les pommes de terre ont reçu le traitement associant Tephrosia et Tabac, de 86,5% dans les parcelles n'ayant reçu aucun traitement, de 66,6% dans celles qui étaient traitées au tabac et de 33,3% pour les pommes de terre qui étaient traitées au *T. vogelii*. L'incidence est alors forte dans les parcelles témoins, les parcelles ayant reçu le mélange tephrosia-tabac et faible dans celles ayant reçu uniquement les extraits de tephrosia.

De l'analyse faite, il ressort que le traitement à base de *N. tabacum*, pour lequel OR = 0.3 est un facteur à faible protection de la pomme de terre contre les agressions de *P. solanacearum*. Par contre, le traitement au *T. vogelii* (OR = 0.076) est un facteur protecteur de la pomme de terre contre les effets néfastes de *P. solanacearum* car il agit positivement dans les parcelles. Quant aux parcelles dont les plants ont été traités par une solution mélangeant les extraits de deux plantes (OR= 2) on a trouvé que l'application de cette association est un facteur à haut risque dans un champ de pomme de terre.

En rapport avec la longévité des Pommes de terre, une différence entre les moyennes de temps de survie des plants atteints a été observée dans l'essai. Les plantes malades non traitées (14,6jours Ecart type 1,1) et celles traitées au *N. tabacum* (20,2jours Ecart type 3,4) et/ou au *N. tabacum* associé au *T. vogelii* (6,4 jours Ecart type 1,9) ont une durée moyenne de survie inférieure à un mois. Pour ce qui est des plants malades traitées au tephrosia, la longévité peut aller à plus d'un mois soit en moyenne 46,5 jours (écart type = 9.6)

En comparant les différentes moyennes des durées de survie des plants qui ont reçu les trois traitements au témoin qui n'a reçu aucun traitement, l'analyse des variances se présente comme suit dans le tableau combiné des résumés d'ANOVA ci-dessous.

Tableau 2 : Les résumés de l'ANOVA de Comparaison de la longévité des plants traités au tabac, au tephrosia et au mélange des extraits de deux plantes et les plants témoins

Comparaison	Tabac – témoin				Tephrosia – témoin				Tabac avec tephrosia – témoin			
Source de Variation	Df	Ss	MS	FS	Df	Ss	MS	FS	Df	Ss	MS	FS
Entre les traitements	3	4,7	1,56	3,13	3	366,7	122,2	27,1	3	3,78	1,26	0,96
Entre les plantes de pomme de terre	1	0,5	0,5		1	4,5	4,5		1	1,3	1,3	
Total	4	5,2	Signification HS		4	371,2	Signification HS		4	5,08	Signification HS	
	P. value = 0,3884				P. value = 0,13				P. value = 0,51			
Df= degré de liberté, Ss= sommes des carrés, MS = carrés moyens, FS = fréquence observée HS= Hautement significative												

Etant donné que toutes les valeurs des probabilités 0.3884, 0.13 et 0.51 respectivement pour le tabac, le tephrosia et le mélange tabac+tephrosia comparés au témoin sont supérieures à la probabilité 0,05, ça signifie qu'il n'y a pas d'association entre la durée de survie des plants malades, donc la différence est hautement significative. Après quatre mois, la récolte des pommes de terre a été faite et le résultat obtenu est consigné dans le tableau 3. Toute la récolte a été pesée en kilogramme par parcelle.

Tableau 3 Production moyenne de la pomme de terre traitée par tephrosia et tabac contre le flétrissement bactérien par parcelle

Traitement par parcelle	Production de pomme de terre (en kg)
T0 : aucun traitement	1
T1 : <i>N. tabacum</i>	1,5
T2 : <i>T. vogelii</i>	3
T3 : <i>Tephrosia</i> et <i>Tabac</i> mélangés	0,1

De ce tableau relatif à la production, il ressort que le traitement aux extraits de *Tephrosia* influe positivement sur la production. Ce médicament aurait renforcé la vigueur des plants malades et serait à la base de la prolongation leur durée de survie. C'est ce qui aurait fait que beaucoup de pommes de terre, dans les parcelles traitées au *T. Vogelii* étaient arrivées à la maturité et leur rendement par parcelle était supérieur.

4 DISCUSSION

Les résultats montrent que l'application des extraits de *T. vogelii* dans le traitement des pommes de terre contre les agressions de *Pseudomonas solanacearum* aurait non seulement limité l'apparition des nouveaux cas malades après trois semaines de traitement (tableau 1) mais aussi augmenté la vigueur des plants de pomme de terre malades qui sont arrivés au stade de maturité. C'est sa composition chimique renfermant des composés bactéricides ([13], [14], [15] et [17]) et son importance agricole comme fertilisant organique [21] qui expliqueraient ces effets. La limitation des agressions de la bactériose dans le champ est un effet particulièrement intéressant, car comme le soutient Wilboux [17], les aphides (pucerons agent de la dissémination des bactéries et virus) sont très sensibles à l'action de contact d'aspersion à base des extraits de tephrosia alors que les larves de syrphidés, prédatrices des pucerons ne sont nullement affectées aux concentrations usuelles. Le tabac serait considéré comme facteur limitant la propagation de la maladie dans le champ par le refoulement des agents vecteurs de la bactérie comme les insectes (pucerons et cicadelles) qui peuvent disséminer la bactérie [22] mais n'empêche pas à cette dernière d'agresser les plants de pomme de terre. Bien que la nicotine soit de l'ordre de la téphrosine [17] elle n'aurait pas agi sur la bactérie car elle n'est pas bactéricide.

Malgré le traitement aux extraits de deux plantes mélangées, il a été observé l'apparition continue de la maladie suivie de la mort des plants. Ceci serait dû au choc d'intoxication ayant conduit à la vulnérabilité des plants de pomme de terre car les deux plantes utilisées dans le traitement auraient probablement des composés antagonistes ou incompatibles qui agiraient négativement sur la santé de *S. tuberosum*. Car non seulement les signes de la maladie étaient présents et rependus mais aussi la mort était rapide. Comme le souligne [17], la téphrosine de tephrosia est de l'ordre de la nicotine du tabac ce qui expliquerait en partie ce choc observé dans l'association malgré les quantités équilibrées. Mais aussi, LEFEVRE soutient que l'activité d'une drogue végétale ne saurait se résumer à celle d'un de ses principes actifs pris isolément [12].

De ce fait le traitement aurait influé sur la durée de survie des plants de pomme de terre souffrant de flétrissement bactérien. Tous les traitements, qu'ils soient à base du tabac ou du tephrosia, ont eu un impact considérable sur la durée de vie par rapport au témoin. Le traitement à base de l'association Tephrosia et Tabac (P. value 0,13) a abaissé significativement la longévité, c'est donc un facteur à haut risque et le traitement au Tephrosia seul (P. value 0,51) a augmenté significativement la longévité des plants attaqués. Ce qui implique que dans une pratique culturale, un produit qui renforce la vigueur de la plante cultivée est élective dans la lutte intégrée contre les bios agresseurs car ils contribuent à renforcer sa résistance ou sa tolérance contre ses ennemis naturels [23]. La sensibilité d'une bactérie est fonction à la fois de la nature de la substance et du germe visé, de l'état de sante générale de la plante, des pratiques culturales, des conditions du milieu ([24], [25]) ce qui veut dire que les souches de *Pseudomonas sp* dans la région devraient être identifiées et caractérisées pour les tester en présence de Tephrosia ou d'autres plantes de la région et déterminer les doses létales pour chacune. L'objectif étant de réduire au seuil minimum le potentiel d'infection de l'agent pathogène et permettre ainsi de limiter le plus possible le risque d'une contamination des champs. L'atteinte de cet objectif constitue une assurance dans la lutte intégrée.

Cependant, comparativement au rendement à l'hectare, nous remarquons qu'il y a eu chute de rendement car en régions d'altitude le rendement de la pomme de terre est de 20 à 25 tonnes par hectare [3] mais dans cet essai pour la parcelle témoin 2,66 tonnes par hectare seraient produits, la parcelle traitée aux extraits de tabac environs 4 tonnes, celle traitée au tephrosia 8 tonnes, avoisinant ainsi la production des zones tempérées [9]. Les parcelles qui ont reçu le traitement de *Tephrosia et Tabac* mélangés ont produit environs 0,26 tonnes par hectares. Cette production se rapproche de celle trouvée par RUBABURA et BOUWE à Kabare et Kalehe (Sud Kivu) dans les champs des pommes de terre attaqués par des maladies et ravageurs qui ont eu une production nulle [10]. Ce qui veut dire qu'on pourrait envisager le traitement sur les variétés qui présentent une certaine résistance comme CRUZA148, N'SIMIRE, KINJA, SANGEMA, ENFULA et GAHINGA recommandées par le Service National de Semence (SENASA) afin de maximiser le rendement [9].

Au vu de ce résultat, il serait souhaitable de traiter les semences ou de commencer le traitement de plants avant l'apparition des symptômes d'attaque si la semence a été malade sans mettre de côté la rotation des cultures [1] et comme recommandé par d'autres chercheurs, il faudrait créer et utiliser des variétés résistantes[6].

5 CONCLUSION

Le travail sur la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* agent du flétrissement bactérien de *Solanum tuberosum* par les extraits de *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum* avait pour objectif d'évaluer l'effet des extraits des plantes bactéricides sur les agents pathogènes de la pomme de terre afin de proposer des moyens de lutte et chercher à résoudre le problème phytosanitaire dont elle est victime. L'essai a été réalisé dans la première campagne ou saison A de 2011-2012 dans deux champs d'essai de l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires Mushweshwe.

Après la préparation du terrain, la variété Penap qui était infectée de la bactériose a été directement mise en terre. Dans le traitement des pommes de terre aux doses de 0.125ml par pied, le comptage des plantes malades ainsi que la durée de survie de ces plantes ont été faits. A la fin de tous les traitements, toutes les parcelles ont été récoltées séparément en fonction des parcelles selon que *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum* ont été utilisés.

A l'issue des résultats obtenus, il se dégage que : Les extraits de *Tephrosia vogelii* aurait limité la propagation de la bactériose dans le champ de pomme de terre et assurée la longévité des plants atteints en leur augmentant la vigueur et en rendant nulle l'attaque à partir de trois semaines de traitement par les principes bactéricides et insecticides contenus dans les feuilles. Et c'est aussi un fertilisant. Les extraits de *Nicotiana tabacum* aurait joué un rôle préventif en refoulant les vecteurs mais le tabac lui-même étant victime de la bactériose n'a pas agi directement sur la bactérie car les plants atteints n'ont pas dépassé 21 jours après la floraison malgré le traitement par ces extraits. Le traitement associatif, c'est-à-dire *Tephrosia* mélangé au Tabac aurait conduit à l'intoxication des plantes et cela où il y a eu très peu de jours de survie des plantes et les effets remarquables amènent à demander aux agriculteurs de ne pas tenter l'association des extraits de ce deux plants dans la lutte contre la bactériose de la pomme de terre.

Ainsi, l'utilisation de *Tephrosia* peut permettre au cultivateur de réduire la maladie et de produire de Pomme de terre. Le choix des variétés résistantes aux *Pseudomonas*, et l'application de *Tephrosia vogelii* comme bactéricide, insecticide et fertilisant sont des moyens de la lutte intégrée pour augmenter le rendement de la pomme de terre malgré l'attaque des *Pseudomonas*. Toute fois le genre ***Pseudomonas*** referme des souches dévastatrices des cultures dans notre région et devrait attirer l'attention des scientifiques. C'est pourquoi, isoler et caractériser les différentes souches de cette bactérie Gram négatif dans la région et y appliquer différents tests notamment le test d'antibiogramme pour d'élucider l'effet des différentes molécules de *Tephrosia vogelii*, et/ou autres substances naturelles pour en déterminer les concentrations létales serait important.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement Madame AIMEE MAPENZI pour le financement des travaux et les étudiants BARHAKENGERA BAHATI et OMBENI BAFURUME pour leur participation active dans la collecte des plantes et la préparation des solutions.

REFERENCES

- [1] ANONYME, *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRIT, Ministère Français des affaires étrangères, 2009.
- [2] ANONYME, *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRIT, Ministère Français des affaires étrangères, pp1691, 2006.
- [3] NYABYENDA P., *Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique*, Ed. CTA, Wageningen, Pays-Bas, pp238, 2006.
- [4] UNFPA, *Etat de la Population mondiale*, Rapport de la Division de l'information des relations extérieures de Fonds des Nations Unies pour la population, 2011.
- [5] ANONYME, *Projet de code agricole en République Démocratique du Congo*, Ministère de l'Agriculture, Pêche et Elevage, pp38, 2012.
- [6] NOVAK M. et DUGAUQUIER F., *Produisons des semences de pomme de terre de qualité*, Ed. Dayabs, Prapace, Gisenyi, pp99, 1991.
- [7] SIDOUKU DJERMAKOYE SEYNP R., SIHACHAKR D., LEROUX A.C., SERVAES A., AMBROISP A, JOUAN B., ELLISSECHE D. et DUCREUX G., *Etude de la résistance in vitro à ralstonia solanacearum chez six hybrides somatiques de pomme de terre (solanum tuberosum L.) et leurs parents*. In Rev. CAMES ~ Série A, Vol 03, pp75-80, 2005.
- [8] Owoseni A. A. and Sangoyomi T. E., *Effect of Solvent Extracts of Some Plants on Ralstonia solanacearum in British Microbiology Research Journal* 4(1): pp 89-96, 2010

- [9] FAO, 2009. *Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, République Démocratique du Congo*, Projet FAOTCP(RDC) 3104. pp67, 2013.
- [10] RUBABURA KITUTA JA. et BOUWE NASONI G., *Rapport de la ronde phytosanitaire sur la culture de la pomme de terre au sud Kivu kajeje (Kabare nord), kizi-kalungu, mutuza-numbi, kabingo-numbi (Kalehe nord), bushaku, mumba (Kalehe sud) et au nord Kivu Iwizi, ngungu, karuba, ruzintaka (masisi) durant la période de mai à décembre 2011*, in Revue du CRSN-LWIRO, 2012.
- [11] GILDEMARCHE P., DEMO P., KINYAE P., WAHIU M., NYONGESA M. ET ZSCHOCKE T., *Sélection positive visant à améliorer la qualité des plants de pommes de terre produits à la ferme, Manuel de l'animateur* ; Ed. CTA, Wageningen, Pays Bas. 2007.
- [12] LEFEVRE Ph. J., *Pharmacologie des alcaloïdes mineurs du tabac*, SemHop Paris. Pp2424-2432, 1989.
- [13] ELOUARD JM, DEJOUT C, et TROUBAT JJ, *Action de Tephrosia vogelii (leguminosae) employé dans les pêches traditionnelles sur les invertébrés benthiques de la maraoue (Cote d'Ivoire)* dans la revue hydrobiologie tropicale 15 (2) pp177-188, 1982.
- [14] LAMBERT M., TROUSLOT MF, NEF-CAMPA C, CRESTIN H., *Production of rotenoids heterothrophic and photomixotrophic cell cultures of Tephrosia vogelii*. *Phytochem* 34, pp1515-1520, 1993.
- [15] MIZANGI K, KAAYA AM, KANSIIME F, TABUTI JRS, SAMVURA B, and GRAHL NIESLEN O. *Fatty acid composition of seed oils from selected wild plants of Kahuzi-Biega National Park and surroundings*, Democratic Republic of Congo, in *African journal of science* vol 5(4) pp219-226, 2011.
- [16] YUDEOWEI A., *La lutte intégrée en production des plantes à racines et tubercules et des bananiers plantains*, Guide du vulgarisateur de la lutte intégrée-3, Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana et GTZ, CTA, PP. 47, 2004.
- [17] WILBAUX RENE, *Composition et Propriétés Toxiques des Graines et des Feuilles de Tephrosia Vogelii. Hooke. f.*. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*. 14e année, bulletin n°160, 1934
- [18] MARIANNE B.S, ANNE S.P., SANDRA A.B.R., LEO S.M., PETER J.M. et BEN J.C., *Only specific tobacco (Nicotiana tabacum) Chitinases and β 1-3 Glucanases exhibit antifungal activity*, in *Plant physiology*, 101, The Netherlands pp 857-863, 1993.
- [19] JOEP VAN LIDTH DE J., *Identification des dégâts causés aux cultures*, Ed. CTA, Wageningen, Pays Bas dans série-Agrodok, 2004.
- [20] BOUYER J., HEMON D., CORDIER S., DERRIENNIC F, STUCKER I., STENGEL B. ET CLAVEL J., *Epidémiologie : Principes et Méthodes quantitatives*. Ed. TEC et DOC rue Lavoisier Paris pp498, 2009.
- [21] DUPRIEZ H, SILAS N. et COLIN J., *Champs et jardins sains ; lutte intégrée*, éd. Terre et Vie Belgique. pp238, 2001.
- [22] www.plantedepomedeterre.org, 2013
- [23] RENOU A. et DEGUINE JP., *La protection contre les maladies et les ravageurs*, CIRAD, 2008.
- [24] PRIOR P. et BERAMIS M., *Induction de la résistance au Flétrissement Bactérien due à Pseudomonas solanacearum FF Smith chez un cultivar de tomate réputée sensible*, INERA, Pathologie Végétale, France pp 391-401, 1990.
- [25] ANONYME, *Lutte contre le feu bactérien en suisse*, Rapport du Conseil fédéral, postulat de 2007(073511), 2007.

A Comparative Study of the Use of Statistical Process Control in Monitoring Health Care Delivery

P. E. Oguntunde¹, O. A. Odetunmbi¹, and O. Ojo Oluwadare²

¹Department of Mathematics,
Covenant University,
Ota, Ogun State, Nigeria

²Department of Statistics,
Federal University of Technology,
Akure, Ondo State, Nigeria

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

ABSTRACT: To control and improve on the quality of products and services is an important business strategy. Hence, the yearnings for quality services in all sector is not just a call from the consumers, clients or patients but an act to maintain the integrity of the manufacturer or service providers. In this research, the importance of statistical process control to health care delivery is being re-iterated with application to a real data set. The p-chart is being used and results compared with other results/findings in the literature.

KEYWORDS: Health, Patients, P-chart, Quality, Services, Statistical Process Control.

1 INTRODUCTION

In the United States, the health care industry is now one of the largest industries employing over 13 million workers with a projected increase of over 3 million new jobs by the year 2014 [15]. Reverse is probably the case in Nigeria where the unsustainable downward trend in the health sector is worrisome both to the government and to the populace.

In Nigeria for example, the reasons for the deterioration in health care services in our own view can be attributed to two things. On the part of the government, it turns out to be that the only language the Nigeria government understands is strike action in order to listen to the demands from sectors; the incessant strike actions by the Doctors is a valid proof. Hence, patients are naturally forced to leave government owned hospitals (though, well equipped) to seek for treatments "elsewhere". On the part of the health workers, the waiting time for a patient to get just his/her file from the record office is worrisome especially in General Hospitals. Our government and health institutions can simply embrace technology and employ the use of statistical quality control to monitor this; bearing in mind that it is not only the first impression that lasts longer, the last impression lasts too. We have observed that when a patient experiences a moment of mystery due to lack of professionalism or poor services on the part of the health workers, he/she losses confidence and trust and thereby may want to seek for better services elsewhere. Hence, there is a need to continuously monitor and improve the delivery of health care services.

Statistical quality control is a technology widely used in manufacturing to improve quality of products and productivity of workers [6]. It was developed in 1924 by W. A. Shewhart. The Statistical Process Control (SPC) is a collection of tools designed so that we can continuously improve process performance and reduce variability. The SPC in its inception was used in manufacturing industries but in recent times, it is being increasingly applied to service industries including health care. Examples of notable application of SPC to health care with the aid of control charts include that of [7], [8], [9], [10], [12], [17] among others.

There are different control charts as available in the literatures, see [5], [14] and [4]. [9] also provided cases where the four commonly used control charts; c-chart, p-chart, u-chart and xmr-charts (also known as the individual charts) can be used in health care with detailed examples.

Selecting the appropriate control chart to be used is grossly dependent on the type of data set at hand. A report by [2] gave an example of a misuse of control charts in health care where an author used the c-chart where c-chart is not actually appropriate to analyze a given data set (though, the correct control chart to be used was not stated). The report further mentioned that the p-chart may probably not be applicable because of a condition not satisfied. Whilst still giving credit to [8] who analyzed the data by calculating the hazard ratio and treating the hazard ratio data as continuous data before plotting an xmr chart based on the median (not mean) control limits. The same data set shall be used in this article using the p-chart to know the exact conclusion we can arrive at in comparison to that of [1], [2] and [8].

2 THE P-CHART

The p-chart is an attribute control chart; hence, it is basically used to monitor the variation inherent in a discrete attribute data set. It plots the proportion of nonconforming units in a sample in which the sample sizes must necessarily not be the same for the data set. The attribute/characteristic of the data must be dichotomous in nature and it is usually described in the form of good/bad, dead/alive, defective/non-defective, e.t.c.

The data set used by [1] and [8] as data of surgeon specific mortality rates following colorectal cancer surgery shall be used in this article. The data provides the number of colorectal cancer surgery cases attended to by thirteen different surgeons and the number of deaths recorded. The summary of the data is provided in Table 1.

Table 1: Surgeon specific mortality rates following colorectal cancer surgery (Source: [8])

Surgeon	Number of Cases	Number of deaths
A	98	16
B	66	8
C	58	9
D	52	7
E	52	15
F	46	5
G	38	3
H	37	11
I	36	5
J	34	7
K	32	4
L	21	2
M	21	3

The aim is to verify whether variation in the mortality across the surgeons is consistent with common cause of variation. We shall make use of the proportion of deaths recorded per surgeon. Following Mohammed [9], the procedure for plotting the p-chart is given below;

Let Number of cases represent n_i
Number of deaths represent x_i

The Centre Line (CL) is given by;

$$\begin{aligned}
 \bar{p} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \\
 &= \frac{95}{591} \cong 0.16
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

The Lower Control Limit (LCL) is calculated by;

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2)$$

The Upper Control Limit (UCL) is calculated by;

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (3)$$

According to [4], a set of decision rule was suggested in [13] that a process is out of control if either

1. One point plots outside the three-sigma control limits.
2. Two out of three consecutive points plot beyond the two-sigma warning limits.
3. Four out of five consecutive points plot at a distance of one-sigma or beyond from the center line.
4. Eight consecutive points plot on one side of the center line.

The result for the data in Table 1 is given below;

Table 2: Table of Result

Surgeon	Number of Cases (n_i)	Number of Death (x_i)	Proportion of Deaths (x/n)	LCL	CL	UCL
A	98	16	0.16	0.15	0.16	0.17
B	66	8	0.12	0.14	0.16	0.18
C	58	9	0.16	0.14	0.16	0.18
D	52	7	0.14	0.14	0.16	0.18
E	52	15	0.29	0.14	0.16	0.18
F	46	5	0.11	0.14	0.16	0.18
G	38	3	0.08	0.13	0.16	0.19
H	37	11	0.30	0.13	0.16	0.19
I	36	5	0.14	0.13	0.16	0.19
J	34	7	0.21	0.13	0.16	0.19
K	32	4	0.13	0.13	0.16	0.19
L	21	2	0.10	0.11	0.16	0.21
M	21	3	0.14	0.11	0.16	0.21

The corresponding p-chart is as shown below;

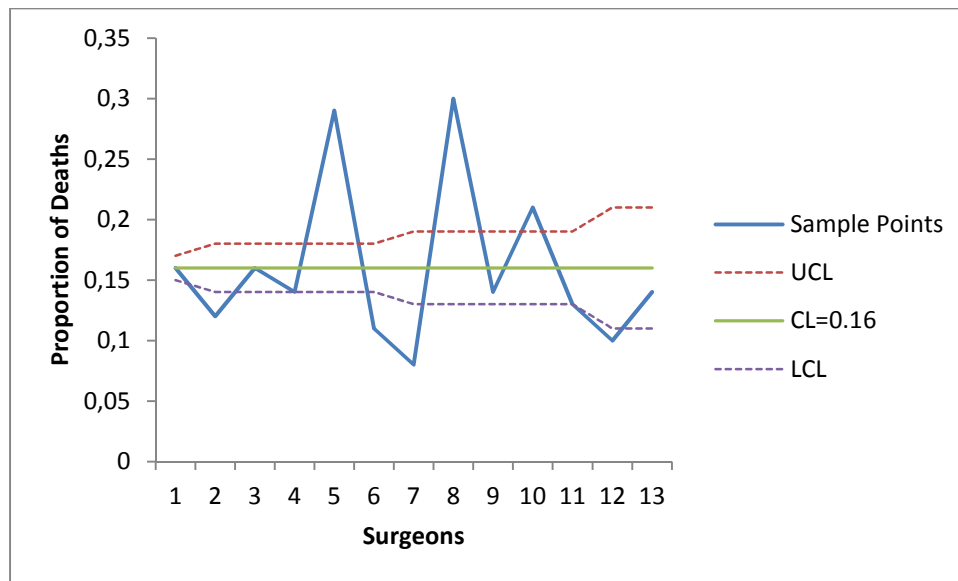


Fig. 1: P-Chart for the Surgery Mortality Rate

The control chart in Figure 1 shows that there are sample points that fall outside the control limits which indicate that the process is out of control. Hence, investigations and corrective actions are required to find and eliminate the assignable cause or causes responsible for this behavior. It is also good to note that the control limits; LCL and UCL are not given in straight lines (as shown in Figure 1), this is as a result of the differences in the samples sizes (as shown in Table 2).

2.1 LIMITATIONS OF THE RESULT PROVIDED

1. According to [11], the approximation used above is good as long as $n_i \bar{p}(1 - \bar{p}) > 5$ and $0.1 \leq \bar{p} \leq 0.9$. The first condition is not fully satisfied by the data used, in that, from Surgeons A to H, $n_i \bar{p}(1 - \bar{p}) < 5$ while from Surgeons I to M, $n_i \bar{p}(1 - \bar{p}) < 5$.
2. Based on the arguments of [2], using p-chart, we might be violating the third assumption given by [5] that “Let ‘p’ be the probability that an item has the attribute; ‘p’ must be same for all ‘n’ items in a sample (e.g., the probability of a participant meeting or not meeting the requirements is the same for all participants)”

3 CONCLUSION

The p-chart in Fig. 1 shows that the process is out of control and there is a presence of assignable causes of variations in which efforts must be made by the hospital or health institution to know the causes and eliminate as appropriate. The result given by [1] means that the sample point corresponding to the first surgeon, Surgeon A indicates an out of control situation and concluded that the reasons for the high mortality rate of Surgeon A compared to other surgeons should be investigated by the concerned health institution. In contrast to that, we shall rather conclude that based on our results in this article, together with that of [2] and [8]; Surgeon H has the highest mortality rate (taking into consideration the number of cases attended to by each of the Surgeons and not just the number of deaths recorded). The xmr control chart given by [8] shows that only one sample point is outside the upper control limit (i.e Surgeon H) while the p-chart in this article reveals that three sample points (i.e Surgeons E, H and J) are outside the upper control limit. [8] added that Surgeons with hazard ratios more than 1 are considered hazardous to the patients, we shall add that Surgeons corresponding to sample points outside the control limits shown in Fig. 1 are hazardous to the patients. Besides, they are hazardous to the health institution where they work for

because the image of an “organization” is important. Bad services should not be tolerated and competent hands should be allowed to handle cases.

ACKNOWLEDGMENT

We like to appreciate the efforts of the anonymous reviewers who took time to thoroughly review and comment in order to improve the quality of this paper.

REFERENCES

- [1] A. A. Olatunde. “On the Importance of Statistical Process Control in Health Care”. *Research Journal of Medical Sciences*. 3 (2): 87-90, 2009.
- [2] BPI Consulting, LLC Bulletin (2009); www.spcforexcel.com
- [3] C. S. McArdle, D. Hole. “Impact of variability among surgeons on postoperative morbidity and mortality and ultimate survival. *BMJ* 1991; 302: 1501-1505
- [4] D. C. Montgomery. “Introduction to Statistical Quality Control”, 6th Edition. New York, NY: John Wiley & Sons, 2009.
- [5] D. J. Wheeler, D. S. Chambers. “Understanding Statistical Process Control”, 2nd Edition. Knoxville, TN: SPC Press, 1992.
- [6] G. B. Wetherill. “Sampling Inspection and Quality Control”. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1977.
- [7] J. C. Benneyan, R. C. Lloyd, P. E. “Statistical Process Control as a Tool for Research and Healthcare Improvement”. *Quality & Safety Health Care* 2003; 12: 458-464.
- [8] M. A. Mohammed. “Using Statistical Process Control to Improve the Quality of Health Care”. *Quality & Safety Health Care* 2004; 13: 245-245
- [9] M. A. Mohammed, Worthington P, Woodall WH. “Plotting Basic Control Charts: Tutorial Notes for Healthcare Practitioners”. *Quality & Safety Health Care* 2008; 17: 137-145
- [10] M. Diaz, D. Neuhauser. “Pasteur and Parachutes: When Statistical Process Control is Better than a Randomized Controlled Trial”. *Quality & Safety Health Care* 2005; 14: 140-143.
- [11] M. Xie, T. N. Goh, V. Kuralmani. “Statistical Models and Control Charts for High Quality Processes”. *Kluwer Academic Publishers*, 2002.
- [12] P. Adab, A. Rouse, M. A. Mohammed, “Performance League Tables: The NHS Deserves Better”. *BMJ* 2002; 324:95-98.
- [13] Statistical Quality Control Handbook, (1956) AT & T., (Western Electric), Indianapolis, IN.
- [14] T. P. Ryan. Statistical Methods for Quality Improvement, “Second Edition. New York: John Wiley & sons”, 2000.
- [15] United States Bureau of Labor Statistics (BLS). (2007). *Occupational Outlook Handbook*. VA: BLS.
- [16] W. A. Shewhart. “Economic Control of Quality of Manufactured Product”. New York, NY: D Van Nostrand Company, 1931 (Reprinted by ASQC Quality Press, 1980).
- [17] W. H. Woodall. “The Use of Control Charts in Health-Care and Public Health Surveillance (With Discussion)”. *Journal of Quality Technology* 2006; 38: 104-105.

Growth and yield responses of two Tunisian pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties to salinity and drought stress

Thouraya R'Him and Leila Radhouane

Tunisian Institute for Agriculture Research (INRAT),
Hédi Karray Street, Ariana 2049, 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: Growth and yield of two Tunisian pepper varieties were evaluated for their salt and water stress tolerance under the salinity levels of 0, 30 and 60 mM NaCl and water stress with 50% depletion of available soil water. The treatment were applied 10 days after transplanting and continued up to plant harvesting. The results of this study indicated that growth, leaf area, yield and marketable fruits of the pepper genotypes were clearly decreased when the plants were exposed to water stress, salt stress and, combined salt and water stress conditions. Reduction is more noticeable in 60 mM NaCl salinity combined with water stress.

KEYWORDS: Salt Stress, Water Stress, Pepper, Growth, Yield, BER.

1 INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is widely distributed annual vegetable crop in Tunisia. In fact, approximately 20.000 hectares are planted with pepper (particularly hot pepper) with a production of 300.000 tons [1]. Pepper is the fifth vegetable speculation after tomato, melon, watermelon, potato and onion and Tunisia is the third largest pepper producer after Nigeria and Egypt, the third largest exporter (in terms of tonnage) after Morocco and South Africa [1]. All pepper is consumed in a variety of ways: fresh, cooked or after processing: by canning, salting, powdering and making into paste.

Many local pepper varieties have generated interest in Tunisia because their nutritional and industrial qualities. However, little information is currently available. Identifying variety growing under local agricultural conditions with significant levels of beneficial factors could not only provide health benefit to consumers but also promote the value-added cultivation and stimulate industrial and economic growth. All these reasons make pepper culture profitable ([2],[3]). Pepper is an excellent source of natural colours and antioxidant compounds, like vitamin C and carotenoids ([4], [5], [6], [7]).

The pepper crop is adapted to a wide variety of climates but production is concentrated in a few warm and rather dry areas: more than 30% of world production comes from countries around the Mediterranean sea ([8],[9]). However, these areas are vulnerable to climate change impacts and have been qualified as the « hot spot for climate change» [10].

Water is at the heart of the main expected impacts of climate change on the natural environment in the Mediterranean [11]. Water scarcity will be one of the most critical problems facing these regions in the next few decades [12] and Tunisia is seriously threatened by drought and salinity [13].

The decline in availability of good water for irrigation, especially in arid and semi-arid regions results in the use of low quality water (saline, reclaimed) or in restrictive irrigation to satisfy the increasing demand for irrigation.

Pepper (*Capsicum annuum* L.) plants are sensitive to drought stress and moderately sensitive to salt stress ([14],[15]). In fact, pepper irrigated with saline water or subjected to water deficit will be affected in its growth, survival and yield [16].

Salts in the irrigation water causes severe problems like the reduction of fruit size [17] and the increase of blossom-end rot (BER) incidence [18]. Water stress also causes yield reductions ([19],[20]). The limitation of pepper growth under abiotic stress (salinity and drought) was mentioned by several authors ([21], [22], [23], [24], [25],[26]).

The objective of the present study was to quantify the responses of two local pepper varieties to abiotic stress generated by water salinity, deficit irrigation and combined salt and water stress conditions.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL

Two Tunisian pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties were used in this experimentation.

Doux de Teboulba: it's a bell pepper. Plant is vigorous with dense leaf. Fruit is smooth and has 15 to 25 cm long. Pulpit is sweet.

Baklouti: is a vigorous plant with a very hot chair.

2.2 EXPERIMENTAL CONDITIONS

Seeds of two pepper varieties were germinated in germination trays using peat moss as a substrate in automatic growth chamber under 28°C of temperature and 80% of humidity. After thirty day, seedling were transferred to 5 l containers filled with 1/3 manure, 1/3 sand and 1/3 clay and grown in unheated greenhouse. A nutrient solution (13-5-30) + 2MgO was applied directly in the irrigation water.

2.3 TREATMENTS

Treatments were applied 10 days after transplanting (DAT). Plants were divided into six groups subjected to the following irrigation treatments.

Control (T_0) = The control plants were irrigated with tap water only with maintained field capacity.

Water shortage (T_1) = irrigation with 50% depletion of available soil water when wilting sign developed

$T_2 = T_0 + 30 \text{ mM NaCl}$

$T_3 = T_0 + 60 \text{ mM NaCl}$

$T_4 = T_1 + 30 \text{ mM NaCl}$

$T_5 = T_1 + 60 \text{ mM NaCl}$

The experiment was arranged in two factors Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications.

2.4 PARAMETERS MEASURED

- Plant height (cm) measured at harvest by graduated ruler
- Total leaf surface (cm²) measured at harvest by leaf area meter (Model no. Li-3100C, USA).
- Yield (g)/plant (precision balance)
- Average fruit weight (g) (precision balance)
- % necrotic fruit

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

Data were analyzed by STATISTICA program and the treatments means were compared by using Least Significant Difference (LSD).

3 RESULTATS

3.1 PLANT HEIGHT

Plant height of two varieties of pepper was significantly affected by salinity and water stress treatments and it ranged from 18 to 40 cm (fig.1). Under only water stress condition (T_1), Doux de Teboulba produced the highest plant height (35 cm) and Baklouti had the least one. The reduction of height was between 13 and 15 % under water shortage and was not significant.

Moderate salinity (T_2) had significantly the same effect as moderate water stress (T_1).

Plant height was drastically diminished in combined salt and water stress conditions than only in salt stress in both the salinity levels (30 and 60 mM NaCl) but decrease was more important at 60 mM NaCl combined with water stress (T_5). For this treatment, height decreased by 51% for Baklouti and by 40 % for Doux de Teboulba.

3.2 TOTAL LEAF SURFACE

The two pepper varieties are genetically different for leaf area. In fact, Doux de Teboulba is leafier than Baklouti. Under the salinity and water stress treatments, leaf area of each pepper variety was significantly affected (fig. 2).

Under only water stress condition, the highest leaf area recorded in Doux de Teboulba pepper (400 cm²) and the lowest recorded in Baklouti pepper (346 cm²).

Leaf area reduced in 60 mM NaCl salinity combined with water stress condition. But there was no significant difference among the genotypes at this treatment.

Moderate salinity (T_2) had significantly the same effect as moderate water stress (T_1).

3.3 YIELD PER PLANT

From Table 1, analysis of variance of the various treatment means at 5% probability level showed that significant difference existed among the treatments for the various varieties. However T_0 produced the largest mean yield of 287.5 g per plant while T_5 produced the lowest mean yield of 3 g/plant. Moderate salinity (T_2) produced more fruit than moderate water stress (T_1) and T_4 is more productive than T_3 .

The yield per plant drastically reduced in combined salt and water stress conditions in both the salinity levels (30 and 60 mM NaCl) but decrease was more severe for T_5 . Significantly, the lowest yield weight was observed in Doux de Teboulba (3g), but the genotypes were not differed at this treatment.

The yield per plant was decreased to 97 and 99% of the control in Baklouti and Toux de Teboulba, respectively.

3.4 AVERAGE FRUIT WEIGHT

The highest fruit weight was obtained from Doux de Teboulba (50g). Average fruit weight of different varieties of pepper was significantly affected by salinity and water stress treatments (Table 2). However, T_1 and T_2 produced significantly the same average fruit weight (table 2). T_5 and T_3 recorded the lowest mean weight of fruits as 3.5g and 9g, respectively. In fact, when water requirements are satisfied, salinity has less prejudice but when water irrigation is reduced, the effect of salt becomes important: 60 mM NaCl combined with water stress caused a greater reduction in the average fruit weight.

3.5 % NECROTIC FRUIT

Doux de Teboulba appeared more necrotic than Baklouti (fig.3). Under moderate or severe salinity conditions, increasing water shortage increase necrotic fruit proportion but at 60 mM NaCl combined with water stress almost all fruits become necrotic.

4 DISCUSSION

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is very susceptible to salt stress, and salt-affected pepper shows severe decreases in growth and in production ([22], [27]), particularly at highest salinity level (60 mM NaCl).

4.1 GROWTH AND LEAF SURFACE

Plant height and leaf area per plant decreased significantly under water stress and saline conditions separately but decrease was more severe under combined salt and water stress conditions, particularly under higher saline concentration.

Decreased biomass production was observed in pepper culture under salinity [28]. Reduced growth was attributed to reduced water content in leaves caused by poor osmotic adjustment [29], osmotic effect and increased Na^+ and Cl^- in the leaves [30] and decreased transpiration [28].

Exposure to high salinity leads to leaf senescence [31] caused probably by salt compartmentation inefficient in the vacuole causing salt to build up in the cytoplasm to toxic levels [32]. Death of leaves reduce total photosynthetic leaf area. Consecutively, supply of photosynthate to the plant diminishes and growth was affecting and impeding [33].

The leaf area reduction is a common phenomenon of glycophytes grown under salt stress conditions [34]. The reduction in leaf area due to salinity was reported earlier by [35] in pepper plant.

Drought stress reduces cell and leaf expansion, stem elongation, and leaf area index ([36],[37],[38]). The reduction in leaf area was attributed to the increasing in leaf senescence and reduced size of leaves developed due to low turgor under saline and water stress conditions. This result confirm the findings of previous investigators, which indicated that pepper is a salt sensitive plant species ([29], [39]).

For varieties susceptibility, Baklouti appeared more vulnerable than Doux de Teboulba. Several authors have indicated existence of substantial genotypic variation in tolerance to NaCl stress in pepper ([40], [41]). It seems very likely that exclusion of Na from roots into growth medium plays a critical role in expression of high Na tolerance in pepper [42].

4.2 YIELD PER PLANT AND AVERAGE FRUIT WEIGHT

The yield per plant and average fruit weight drastically reduced in combined salt and water stress conditions in both the salinity levels (30 and 60 mM NaCl) but decrease was more severe for high salinity level. This result was corroborated by [30].

In fact, when water requirements are satisfied, salinity has less prejudice. The higher salinity associated with deficit irrigation treatments were sufficient to cause reduction in pepper yield, through a reduction in fruits number and weight.

The decrease in total yield by salinity was mainly due to a decrease in the fruit fresh weight [43]. Johnson et al. [44] mentioned that the sap flow into the fruit and therefore the fruit expansion rate is highly dependent on the phloem turgor, which is immediately reduced by an increase of the osmotic potential in the root medium.

Fruit weight reduction was caused by a decrease in the water accumulation rate during the cell expansion phase [9]. Fruits are more sensitive to salinity than leaves and stems in pepper plants [25]. In pepper plants, Na^+ is more highly accumulated in fruits than leaves or stems. Consequently Na^+ caused salt toxicity inducing water deficits, and ionic imbalance in the fruits tissue [45].

Under salt stress, severe disturbance in root uptake of mineral nutrients and imbalances between Na, K and Ca at cellular level are commonly observed, and these impairments play a critical role in the extent of salt tolerance of plants ([46], [47], [48], [49]). When absorbed and accumulated at large amounts in plants, Na becomes highly toxic at different physiological levels. Physiological impairments caused by Na toxicity include disruption of K and Ca nutrition, development of water stress and induction of oxidative cell damage.

Some authors [50] reported that water stress significantly reduced fresh fruit yield in pepper culture. Others ([51],[52]) mentioned also that water deficit affect fruit number and weight. In fact, pepper is among the most susceptible horticultural plants to drought stress ([53], [54]). The water deficit, particularly during the period between flowering and fruit development, reduced final fruit production ([51],[55]).

4.3 NECROTIC FRUIT

Blossom-end rot is the most common physiological disorder found in pepper. Blossom-end rot is associated with a local calcium deficiency during the initial stage of fruit development [56]. Calcium is required in relatively large concentrations for normal cell growth. Among the possible causes of BER induced by fruit Ca^{2+} deficiency, saline stress and imbalance of nutrient solution caused primarily by high $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ ratios stand out ([57],[58]).

Blossom-end rot incidence was the major fruit physiological disorder observed in the present study which increased by salinity and water shortage combined. Under only water stress, rate of necrotic fruits was minor. Under salinity conditions, BER increased highly. This result is increasing as water is a limiting factor. The results obtained in this study are in close agreement with the report of [58] and [59] who indicate that blossom-end rot could be caused by a reduction of Ca^{2+} translocation to the fruit tip in the period of rapid fruit expansion. The contribution of salinity to the reduction of Ca^{2+} in the fruit tip could be due to the decrease in the xylem water import caused by a decrease in water uptake by the roots and the reduction of xylem development in fruits ([9],[60]). BER disease incidence under saline conditions in pepper are not clear, generation of oxygen free radicals in the apoplast ([61],[62]) and poor Ca^{2+} status during rapid fruit expansion [59] were suggested to be the contributing factors.

Susceptibility to blossom-end rot varies among pepper varieties. In fact, larger fruits and longer fruits are most susceptible [63]. This result was observed for Doux de Teboulba which appeared more necrotic than Baklouti. Dagnoko et al. [64] observed that peppers are usually considered a robust crop compared with tomatoes and chili pepper is more robust than sweet pepper.

Table 1. Yields (g) of two varieties under water and salinity treatments.

Treatment Variety	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Baklouti	225 b A	50 a C	100 a B	10 a D	42 a C	6 a D
Doux de Teboulba	350 a A	60 a B	70 b B	10 a D	40 a C	4 b E
Average Treatment	287.5 A	55 C	85 B	10 E	41 D	5 F

Capital letters indicate difference between treatments for each variety

Lower case letters indicate difference between varieties

Italic letters indicate difference between Treatments

Table 2. Average fruit weight (g) of two varieties under water and salinity treatments.

Treatment Variety	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Baklouti	40 b A	20 a B	22 a B	12 a C	15 a C	4 a D
Doux de Teboulba	50 a A	18 a B	22 a B	6 b D	12 b C	3 a D
Average Treatment	45 A	19 B	22 B	9 D	13.5 C	3.5 a E

Capital letters indicate difference between treatments for each variety

Lower case letters indicate difference between varieties

Italic letters indicate difference between Treatments

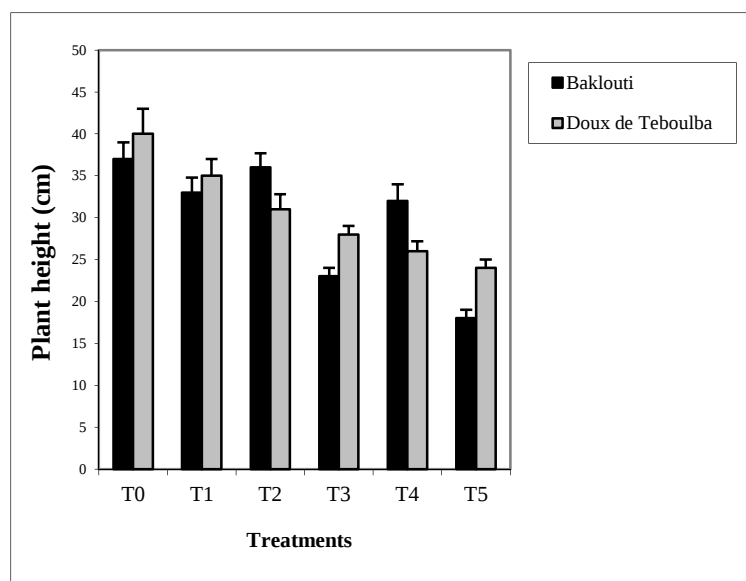


Figure 1. Plant height of pepper varieties as affected by salinity and water stress

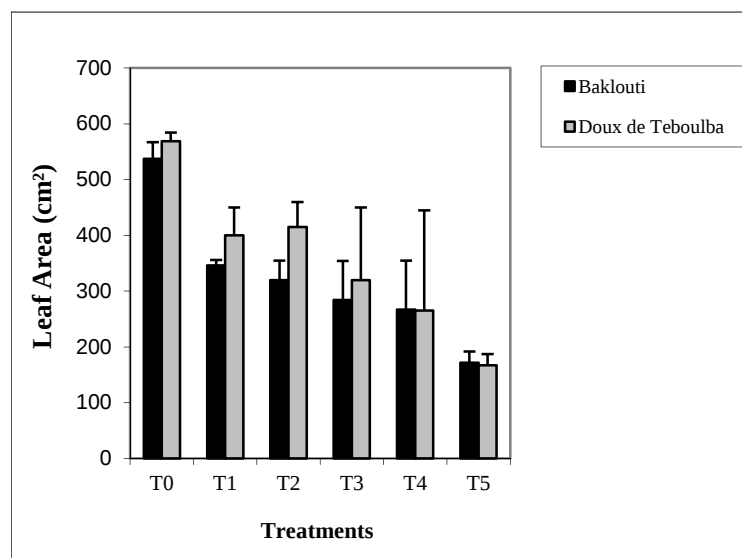


Figure 2. Total Leaf Surface of pepper varieties as affected by salinity and water stress

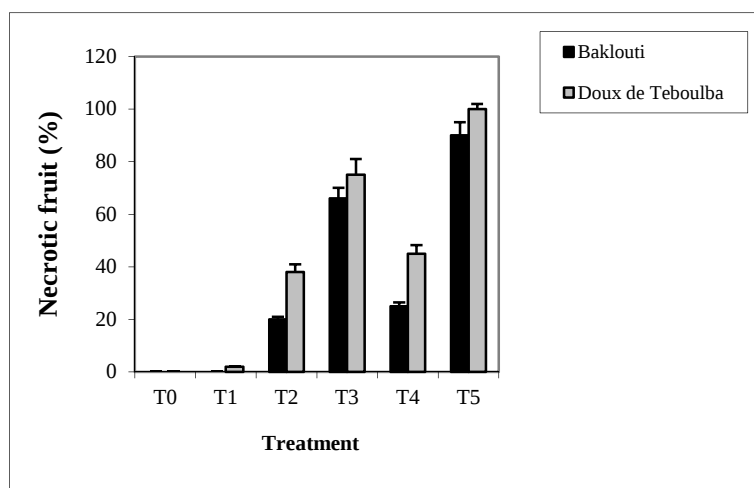


Figure 3. Necrotic fruit (%) of pepper varieties as affected by salinity water stress

5 CONCLUSION

The results of this study indicated that growth and production of pepper varieties drastically decreased with water stress, salt stress and, combined salt and water stress conditions. Moreover, we underlay that a moderately saline irrigation is better than no irrigation to optimize yield in the specific environment considered. Variation in salt and water stress tolerance of pepper genotypes was obvious and sweet pepper appears more sensitive to BER than chili pepper.

REFERENCES

- [1]. AO, 2005. Principaux produits agricoles, alimentaires et producteurs. Division de la statistique (FAO STAT). Département économique et social. 150 pp.
- [2]. Villalón, B., 1981. Breeding peppers to resist virus diseases. J. Am. Phytopathol. Soc., 65: 557–562.
- [3]. Andrews, J., 1995. Peppers: The Domesticated Capsicums. University of Texas Press, Austin. 274 pp.
- [4]. Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., et al., 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. J. Agric. Food Chem., 48: 1713–1720.
- [5]. Russo, V.M., Howard, L.R., 2002. Carotenoids in pungent and non-pungent peppers at various developmental stages grown in the field and glasshouse. J. Sci. Food Agric., 82: 615–624.
- [6]. Navarro, J.M., Flores, P., Garrido, C., et al., 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chem., 96: 66–73.
- [7]. Nwachukwu, C. U.; Mbagwu, F. N.; Onyeji, A. N.; 2007. Morphological and leaf epidermal features of *Capsicum annum* and *Capsicum frutescens solanaceae*. Nature and Science, 5: 54–60.
- [8]. Paranychianakis, N.V. ; Chartzoulakis, K.S.; 2005. Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. Agriculture, Ecosystems and Environment, 106: 171–187.
- [9]. Rubio, J.S., Garcia-Sanchez, F.; Rubio, F.; Martínez, V.; 2009. Yield, blossom-end rot incidence and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K^+ and Ca^{2+} fertilization. Sci. Horticul., 119: 79–87.
- [10]. Giorgi, F.; 2006. Climate change hot-spots. Geophysical Resources Letters, 33: 707–715.
- [11]. El-Quosy, D.; 2009. Impact of Climate Change: Vulnerability and Adaptation. Fresh Water pp 75–86 Report of the Arab forum for Environment and Development. Mostafa K.Tolba and Najib W.Saab Eds. 450 pp.
- [12]. Ashton, P. J. 2002. "Avoiding conflicts over Africa's water resources," Ambio, 31: 236– 239
- [13]. Vicente-Serrano, S. M.; 2006. Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910–2000). Hydrol. Sci. J., 51(1): 83–97.
- [14]. Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M.; 1992. The use of saline waters for crop production. Irr. Drainage Paper, 48. FAO, Rome.
- [15]. Lee, S.K.D. ; 2006. Hot pepper response to interactive effects of salinity and boron. Plant Soil Environment, 52: 227–233.
- [16]. Chaves, M.M., Flexas, J., Pinheiro, C., 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Ann. Bot., 103: 551–560.
- [17]. Navarro, J.M., Garrido, G.; Carvajal, M.; Martinez,V.; 2002. Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. J. Horticul. Sci. Biotechnol., 77: 52–57.

- [18]. Tadesse, T., Nichols, M.A., Fisher, K.J., 1999. Nutrient conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique 2. Blossom-end rot and fruit mineral status. N.Z. J. Crop Hortic. Sci., 27: 239–247.
- [19]. Antony, E.; Singandhupe, R.B.; 2004. Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annuum* L.). Agric. Water Manage., 6,5 (2): 121-132.
- [20]. Sezen S.M.; Yazar, A.; Eker, S.; 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. Agric. Water Manage., 81 (1-2): 115-131.
- [21]. De Pascale, S., Ruggiero, C., Barbieri, G., 2003. Physiological responses of pepper to salinity and drought. J. Am. Soc. Hort. Sci., 128: 48–54.
- [22]. Cabanero, F.J.; Martinez, V.; Carvajal, M.; 2004. Does Calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux which determines Calcium uptake? Plant Sci., 66: 443-450.
- [23]. González-Dugo, V., Orgaz, F., Fereres, E., 2007. Responses of pepper to deficit irrigation for paprika production. Sci. Hortic., 114: 77–82.
- [24]. Ozturk, M.; Gucel, S.; Sakcali, S.; Dogan, Y.; Baslar, S.; 2009. Effects of temperature and salinity on germination and seedling growth of *Daucus carota* cv. Nantes and *Capsicum annuum* cv. Sivri and flooding on *Capsicum annuum* cv. Sivri. In: Ashraf *et al.* (eds). Salinity and Water stress. Springer Netherlands, Turkey: 51- 64.
- [25]. Azuma, R.; Ito, N.; Nakayama, N.; Suwa, R.; Nguyen, N.T.; Larrinaga-Mayoral, J.A.; Esaka, M.; Fujiyama, H.; Saneoka, H.; 2010. Fruits are more sensitive to salinity than leaves and stems in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). Sci. Hortic., 125: 171-178.
- [26]. Campos, H.; Trejo, C.; Pena-Valdivia, C.B.; Garcia-Nava, R.; Conde-Martínez, F.V.; Cruz-Ortega, M.R.; 2014. Stomatal and non-stomatal limitations of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under water stress and re-watering: Delayed restoration of photosynthesis during recovery. Environmental and Experimental Botany, 98: 56– 64.
- [27]. Navarro, J.M., Garrido, C., Martinez, V., Carvajal, M.; 2003. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. Plant Growth Regul., 41: 237–245
- [28]. Ben-Gal, A., Ityel, E.; Dudley, L.; S. Cohen, S.; and Yermiyahu, U.; *et al.*, 2008. Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. Agric. Water Manage., 95: 587-597.
- [29]. Navarro, J.M., Garrido, G.; Carvajal, M.; Martinez, V.; 2002. Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. J. Horticul. Sci. Biotechnol., 77: 52-57.
- [30]. Lycoskoufis, I.H., D. Savvas, D.; Mavrogianopoulos, G.; 2005. Growth, gas exchange and nutrient status in pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in recirculating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system. Sci. Horticul., 106: 147-161.
- [31]. Lutts, S.; Kinet, J.M.; Bouharmont, J.; 1996a. NaCl induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot., 78: 389-398.
- [32]. Munns, R.; 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ., 25: 239-250.
- [33]. Munns, R.; James, R.A.; Läuchli, A.; 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot., 57:1025–1043.
- [34]. Lutts, S., J.M. Kinet, J.M.; Bouharmont, J.; 1996b. Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity tolerance. Plant Growth Regul., 19: 207-218.
- [35]. Chookhampaeng, S.; 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline content and antioxidative enzymes of Pepper (*Capsicum Annuum* L.) seedling. European J. Sci. Res., 49(1):103-109.
- [36]. Turner, N. C.; Hearn, A. B.; Begg, J. E.; Constable, G. A. 1986. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) physiological and morphological responses to water deficits and their relationship to yield. Field Crops Res., 14: 153-170.
- [37]. Ball, R. A., Oosterhuis, D.M.; Maroumoustakos, A.; 1994. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. Agron. J., 86: 788-795.
- [38]. Gerik, T. J.; Faver, K. L.; Thaxton, P. M. El-Zik, K. M. 1996. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use and yield. Crop Sci., 36: 914-921.
- [39]. Sonneveld, C., 1979. Effects of salinity on the growth and mineral composition of sweet pepper and eggplant grown under glass. Acta Horticul., 89: 71- 78.
- [40]. Cornillon, P., Palloix, A., 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. J. Plant Nutr., 20: 1085–1094.
- [41]. Chartzoulakis, K. and G. Klapaki, G.; 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticul., 86: 247-260.
- [42]. Aktas, H.; Abak, K.; Cakmak, I.; 2006. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. Scientia Horticulturae, 110: 260–266.

- [43]. Patil, V.C.; Al-Gaadi, K.A.; Wahb-Allah, M.A.; Saleh, A.M.; Marey, S.A.; Samdani, M.S. and Abbas, M.E.; 2014. Use of saline water for greenhouse bell pepper (*Capsicum annuum*) production. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 9 (2): 208-217.
- [44]. Johnson, R.S.; Handley, D.F.; Dejong, T.M.; 1992. Long-term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits. *J. Amer.Soci. Hort.Sci.*, 117: 881-889.
- [45]. Waditee, R.; Hibino, T.; Nakamura, T.; Incharoensakdi, A.; Takabe, T.; 2002. Overexpression of a Na^+/H^+ antiporter confers salt tolerance on a freshwater cyanobacterium, making it capable of growth in seawater. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 99: 4109–4114
- [46]. Marschner, H.; 1995. Saline soils. In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, New York, pp. 657–680.
- [47]. Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6: 66–71.
- [48]. Munns, R., James, R.A., 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, 253: 201–218
- [49]. Lecerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., 2005. Changes in growth and solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environ. Exp. Bot.*, 54: 69–76.
- [50]. Della Costa L.; Gianquinto G.; 2002. Water stress and watertable depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in Bell Pepper: Lysimeter Studies. *Aust. J. Agric. Res.*, 53: 201-210.
- [51]. Fernandez, M.D., Gallardo, M.; Bonachela, S.; F. Orgaz, F.; Thompson, R.B.; et al., 2005. Water use and production of a greenhouse pepper crop under optimum and limited water supply. *J. Horticul. Sci. Biotechnol.*, 80: 87-96.
- [52]. Dorji, K., Behboudian, M.H.; Zegbe-Dominguez, J.A.; 2005. Water relations, growth, yield and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial root zone drying. *Sci. Horticul.*, 104: 137-149.
- [53]. Dimitrov, Z.; Ovtcharova, A.; 1995. The productivity of peppers and tomatoes in case of insufficient water supply. In: *Proceedings of ICID Special Technical Session on the Role of Advanced Technologies in Irrigation and Drainage System.*, 1: 91-95.
- [54]. Sikha, S.; Sunil, P.; Arti, J.; Sujata, B.; 2013. Impact of Water-deficit and Salinity stress on Seed Germination and Seedling Growth of *Capsicum annuum* 'Solan Bharpur'. *International Research Journal of Biological Sciences*, Vol. 2(8): 9-15.
- [55]. Jaimez, R.E., Vielma, O.; Rada, F.; Garcia-Nunez, C.; 2000. Effects of water deficit on the dynamics of flowering and fruit production in capsicum chinense jacq in a tropical semiarid region of venezuela. *J. Agronomy Crop Sci.*, 185: 113-119.
- [56]. Marcelis, L.F.M. and Ho, L.C.; 1999. Blossom end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J.Exp. Bot.*, 50: 357-363.
- [57]. Grattan, S.R. and Grieve, C.M.; 1999. Salinity - Mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.*, 78: 127-157.
- [58]. Ho, L.C. and White, P.J.; 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. *Ann. Bot.*, 95:571–581.
- [59]. Rubio, J.S.; Pereira, W.E.; Garcia-Sanchez, F.; Murillo, L.; Garcia, A.L. et al., 2011. Sweet pepper production in substrate in response to salinity, nutrient solution management and training system. *Horticul. Brasileira*, 29: 275-281.
- [60]. Saure, M.C.; 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)—a calcium or a stress-related disorder? *Sci. Hort.*, 90: 193–208.
- [61]. Aktas, H., Karni, L.; Chang, D.C. E.; Turhan, E.; BarTal, A.; et al., 2005. The suppression of salinity associated oxygen radicals production, in pepper (*Capsicum annuum*) fruit, by manganese, zinc and calcium in relation to its sensitivity to blossom-end rot. *Physiol. Plantarum*, 123: 67-74.
- [62]. Turhan, E.; Aktas, H.; Deventurere, G.; Karni, L.; and A.Bar-Tal, A.; et al., 2006. Blossom-end rot is associated with impairment of sugar metabolism and growth of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits. *J. Horticul.Sci. Biotechnol.*, 81: 921-927
- [63]. Morley, P.S.; Hardgrave, M.; Bradley, M.; Pilbeam, D.J.; 1993. Susceptibility of sweet pepper (*Capsicum annuum*, L.) cultivars to the calcium deficiency disorder "Blossom-end rot". *Developments in Plant and Soil Sciences*, 53: 563-567.
- [64]. Dagnoko, S.; Yaro-Diarisso, N.; Nadou Sanogo, P.; Adetula, O.; Dolo-Nantoumé, A.; Gamby-Touré, K.; Traoré-Théra, A.; Katilé, S.; Diallo-Ba, D.; 2013. Overview of pepper (*Capsicum* spp) breeding in West Africa. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 8(13): 1108-1114.

Effet de quelques facteurs physico-chimiques sur la gynogenèse *in vitro* de trois variétés de Blé dur

[Effect of some physico-chemical factors on *in vitro* gynogenesis of three varieties of durum wheat]

Sonia Mansouri¹, Leila Radhouane¹, Hugues Nzeingui², and Sadok Bouzid³

¹Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis, Ariana 2049, Tunisia

²ENSAIA/INPL, 54505, France

³Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1060, 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: Use of doubled haploïdes allows to shorten considerably the cycle of classic selection and to obtain quickly a stable homozygotie. However, regeneration of albino plants, particularly for cereal, constitutes the major problem of this approach. Obtaining haplodiploïdes by *in vitro* culture of not fertilized ovaries is determined by numerous factors biological as physical or chemical. Our work concerned the optimization of the answer gynogenetique of three varieties of durum wheat (Cocorit, Isly, Jori) cultivated on two different media (M₁ et M₂) and subjected to a cold pre-treatment at 4 ° C for 7, 11 and 15 days. This work has demonstrated that genotypes interact strongly with pre-treatment duration and with induction medium composition. Thus, a beneficial effect of thermal pre-treatment was noted on the induction of embryos and production of callus, and also on the quality of regenerating. For the regeneration of green plants, the response of genotypes varied with the induction medium composition and with cold pre-treatment period. Indeed, M₁ medium was favourable for Cocorit and Jori varieties but with different incubation duration. For cons, M₂ medium gave better results with Isly genotype for 7 days incubation.

KEYWORDS: Breeding, *Triticum durum*, Doubled haploid plant production, Callus, Tunisia.

RESUME: L'utilisation des lignées haploïdes doublées permet de raccourcir considérablement le cycle de sélection classique et d'obtenir rapidement une homozygotie stable. Toutefois, la régénération de plantes albinos, particulièrement chez les céréales, constitue le problème majeur de cette approche. La technique d'obtention des haplodiploïdes par une culture *in vitro* d'ovaires non fécondés est déterminée par de nombreux facteurs aussi bien biologiques que physiques ou chimiques. Notre travail a porté sur l'optimisation de la réponse gynogénétique de trois variétés de blé dur (Cocorit, Isly, Jori) cultivées sur deux milieux différents (M₁ et M₂) et soumises à un prétraitement au froid à 4°C pendant 7, 11 et 15 jours.

Ce travail a permis de montrer que les génotypes interagissent fortement avec la durée de prétraitement et avec la composition du milieu d'induction. Ainsi, un effet bénéfique du prétraitement thermique a été noté sur l'induction d'embryons et la production de cals, et aussi, sur la qualité des régénérants. Pour la régénération de plantes chlorophylliennes, la réponse des génotypes a varié avec la composition du milieu d'induction et la durée de prétraitement au froid. En effet, le milieu M₁ a été favorable aux variétés Cocorit et Jori mais avec des durées d'incubation différentes. Par contre, le milieu M₂ a donné de meilleurs résultats avec le génotype Isly pour une durée de 7 jours.

MOTS-CLEFS: Amélioration génétique, Blé dur, Haplodiploïdisation, Cal, Tunisie.

1 INTRODUCTION

En Tunisie, le secteur céréalier est un secteur stratégique. En effet, la superficie emblavée annuellement se situe en moyenne autour de 1,45 Million d'ha [1] dont 697.000 ha en blé dur [2]. De plus, la consommation moyenne du tunisien en céréales est parmi les plus élevées au monde (181kg/personne/an) dont 51% de blé dur. L'importance que revêt ce secteur et le fossé important qui existe entre la production et la consommation fait que de nombreuses recherches pour la création et l'amélioration de nouveaux génotypes sont entamées et ont abouti à l'enregistrement de plus de 50 variétés [3]. Toutefois, le rendement de ces variétés demeure relativement faible et irréguliers [4] car les régions cérésières sont particulièrement sises dans des zones arides et semi-arides et sont soumises à de fréquentes sécheresses suite à une mauvaise distribution des précipitations [5].

Face à ces conditions contraignantes, il est impératif de faire appel à des variétés adaptées à de telles situations. La réalisation de tels objectifs ne peut se faire que via deux voies: soit par la prospection et la collecte de génotypes locaux adaptés aux différents stress, soit par des programmes génétiques qui assurent l'amélioration et l'incorporation de nouveaux caractères génétiques. Or, les programmes génétiques basés sur des méthodes classiques sont longs et onéreux ([6], [7]); alors que nouvelles voies biotechnologiques, telle les techniques d'haplodiploïdisation, permettent un gain de temps appréciable puisque les lignées pures sont ainsi fixées en une seule génération [8]. Cette méthode rapide qui permet l'obtention, sans fécondation, de plantes haploïdes à partir de gamétophytes mâles ou femelles permet d'observer l'expression aussi bien des gènes récessifs que des gènes dominants chez ces haploïdes doublés ce qui est particulièrement intéressant en sélection pour la création de nouvelles variétés. En effet, l'avantage principal de l'haplodiploïdisation réside dans la fixation des différentes recombinaisons possibles entre les caractéristiques des lignées parentales et aussi dans la production de lignées homozygotes parfaites stables et durables en une génération et ceci en éliminant les nombreux cycles de sélection nécessaires au cours d'un programme d'amélioration conventionnelle [9].

Bien que ces techniques d'haplodiploïdisation aient largement évoluées au cours de ces dernières années et aient donné des résultats fiables chez certaines espèces céréésières tel que le blé tendre ([10], [11], [12], [13]) et l'orge ([14], [15], [16], [17]), le blé dur est resté, en revanche, une espèce récalcitrante à l'androgénèse *in vitro* [18]. En effet, cette céréale présente une faible production d'embryons, une régénération difficile et très faible en plantes chlorophylliennes [19] ainsi qu'un taux de production élevé de plantes albinos ([20],[21]).

Pour parer à ces difficultés et assurer la production de lignées haploïdes doublées chez une espèce aussi importante que le blé dur, la gynogénèse a été proposée comme la technique d'haplodiploïdisation la plus efficace car elle permet d'étendre l'obtention d'haploïdes à un plus grand nombre de génotypes [22], [23],[24],[25]). Cependant, la régénération d'un nombre important d'haploïdes doublés chlorophylliens chez cette espèce nécessite la maîtrise de nombreux facteurs notamment, le génotype [26] les conditions de développement de la plante mère [27], la durée du prétraitement au froid des épis [28], le stade cytologique des microspores au moment du prélèvement des épis [29], ainsi que la composition des milieux de culture [30].

Dans le but de répondre à certaines de ces questions et aussi de participer à l'optimisation de ces paramètres, nous avons entamé une série de recherches physico-chimiques concernant l'effet de plusieurs durées de prétraitement au froid et l'effet de la composition du milieu d'induction en relation avec la variabilité génétique du matériel végétal utilisé. A cet effet, trois variétés de blé dur, deux milieux de culture et différents traitements physiques ont été testés afin d'améliorer significativement l'obtention de plantes gynogénétiques vertes.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Cette étude a été menée sur trois variétés de blé dur (*Triticum durum*) adaptées au climat méditerranéen : Cocorit (sélectionné par le Cimmyt en 1971), Isly (INRA Maroc, 1988) et Jory (INRA Maroc, 1982). Ces dernières sont choisies pour leur très courte durée de vernalisation (moins d'une quinzaine de jours).

2.2 TECHNIQUES ET CONDITIONS DE CULTURE DE LA PLANTE MERE

Les grains sont désinfectés et vernalisés pendant une à deux semaine à 4°C et à l'obscurité. A leur sortie, ils sont mis à germer à la température ambiante du laboratoire et à l'obscurité. Lorsque leur coléoptile atteint 3 à 4 cm de long, les plantules obtenues sont individuellement mises en pot dans un mélange de terreau/terre franche (1v/1v) et placées dans un

phytotron où règnent une photopériode de 12h et une température alternative de 14°C le jour et 9°C la nuit. Ces plantules sont arrosées une fois par semaine avec une solution nutritive SN₁ (Tableau 1).

Au stade trois talles, les plantes sont transplantées dans des pots de 15 cm de diamètre et placées de nouveau dans le phytotron où elles sont arrosées une fois par semaine avec une solution SN₂ (Tableau 1).

Pour obtenir des épis pouvant être utilisés pour le prélèvement des ovaires, les plantes sont placées, au stade montaison, dans des conditions contrôlées: photopériode 16h et température 25°C le jour et 18°C la nuit. Au bout de sept à neuf semaines de séjour dans ces dernières conditions, les plantes donnent des ovaires fertiles.

2.3 STADE DE PRELEVEMENT DES EPIS

Les épis sont récoltés en fonction des stades de leurs microspores. Ainsi, avant que la fécondation n'ait lieu et lorsque, la majorité des microspores sont au stade binucléé, les prélèvements des talles portant les épis destinés à la culture d'ovaires sont faits. Cette étape ne peut être réalisée que si des observations microscopiques sont réalisées sur des anthères prélevées de la partie médiane des épis et écrasées dans une goutte de carmin acétique entre lame et lamelle puis observées au microscope optique. Ce stade est repéré sur la base de critères morphologiques qui correspondent au stade cytologique recherché [31].

Les talles ont subi par la suite trois prétraitements (P₁, P₂, P₃) afin de sélectionner le plus approprié permettant de changer le développement gamétophytique en développement sporophytique. Elles sont ensuite mises dans des bocaux contenant de l'eau et placées dans un réfrigérateur à l'obscurité.

- P₁: prétraitement au froid à 4°C pendant 7 jours
- P₂: prétraitement au froid à 4°C pendant 11 jours
- P₃: prétraitement au froid à 4°C pendant 15 jours

2.4 MISE EN CULTURE DES OVAIRES NON FECONDES

Les épis ainsi prétraités sont dégagés de leur gaine, débarrassés de leurs barbes, puis désinfectés sous la hotte à flux laminaire stérile et réservés dans une boîte de Pétri avant le prélèvement des ovaires. Les glumes et les glumelles sont aussi supprimées. Les ovaires sont ensuite déposés à raison de 18 unités par boîte de Pétri contenant le milieu d'induction. Les boîtes de Pétri sont incubées à l'obscurité dans la chambre de culture régulée à 25±1°C le jour et 20±1°C la nuit avec une photopériode de 16 h. Les ovaires prétraités au froid sont déposés sur deux milieux d'induction différents M₁ et M₂ (tableau 2). Ces milieux d'initiation sont supposés activer la formation de cals à partir des cellules haploïdes du sac [32]. La régénération des plantes est obtenue après transfert sur trois milieux de cultures successifs:

- M₃: milieu de différenciation qui permet l'initiation des bourgeons à partir des cals
- M₄: milieu de développement, à partir duquel les bourgeons se développent en plante
- M₅: milieu d'enracinement qui favorise la formation de racines et le développement de vitroplants après mise en tubes.

Les milieux M₃ et M₄ ont la même base que le milieu M₁ mais sont dépourvus de substances de croissances. Pour le milieu M₅, la base est diluée de moitié.

A la suite du premier repiquage sur le milieu d'enracinement, la séparation des pseudo-talles est effectuée régulièrement. Ces pseudo-talles sont fragmentées dans leur partie basale où se trouve l'amas des cellules qui est à l'origine de la formation des bourgeons. Elles sont ensuite repiquées dans des tubes contenant le milieu M₅. Lors des différents cycles de repiquages, des pseudo-talles ont été sorties du milieu d'enracinement et sont ensuite transférées dans des pots contenant un mélange terreau/sable. Les vitroplants sont placés et entretenus en phytotron dans les mêmes conditions que celles appliquées aux plantes-mères. Au stade 2-3 talles, le traitement à la colchicine est effectué pour doubler le stock chromosomique des vitroplants. Ils sont à nouveau transférés dans un substrat terreau/sable. A la sortie des barbes, les épis sont protégés sous sachet en cellophane pour assurer l'autofécondation et obtenir par conséquent leurs descendances. Les paramètres mesurés sont:

- La capacité d'induction de cals
- Le nombre d'ovaires réactifs (callogènes et/ou embryogènes)
- Le taux d'induction = (le nombre d'ovaires gonflés / le nombre total d'ovaires cultivés) * 100
- Le nombre total de plantes obtenues

- Le taux de régénération = (Le nombre total de plantes haploïdes doublées obtenues / Le nombre total d'ovaires mis en culture) * 100
- Le rendement théorique = (Le nombre total d'haploïdes doublées obtenues / Le nombre total d'ovaires réactifs) * 100
- Le taux d'albinisme = (Le nombre de plante albinos / Le nombre d'ovaires mis en culture) * 100

Tableau 1 : Composition des solutions nutritives utilisées

Solution Nutritive 1	Macroéléments	Dose (g/L)	Solution Nutritive 2	Macroéléments	Dose (g/L)
	MgSO ₄ . 7H ₂ O	0,300		Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	1,180
	Ca (NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	0,650		KH ₂ PO ₄	0,130
	KNO ₃	0,400		MgSO ₄ . 7H ₂ O	0,490
	NH ₄ H ₂ PO ₄	0,130		KNO ₃	0,500
	FeSO ₄ . 7H ₂ O	0,050		Micro-éléments	Dose (mg/L)
	Micro-éléments	Dose (mg/L)		MnSO ₄ . 4H ₂ O	1,530
	KI	0,050		ZnSO ₄ . 7H ₂ O	0,220
	H ₃ BO ₃	0,400		CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,079
	MnSO ₄ . 4H ₂ O	1,500		H ₃ BO ₃	0,286
	ZnSO ₄ . 7H ₂ O	0,600		Na ₂ MoO ₄ . H ₂ O	0,025
	Na ₂ MoO ₄ . H ₂ O	0,015			
	CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,001		Fe-EDTA	36,700
	CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,001		Ca (NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	1,180

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet de quelques facteurs physiques et chimiques susceptibles d'influencer la capacité des ovaires non fécondés de trois variétés de blé dur à générer des plantes haplodiploïdes chlorophylliennes.

3.1 CAPACITÉ D'INDUCTION DES CALS

Après 4 à 6 semaines d'incubation, 512 ovaires réactifs ont donné des cals en quantité et en qualité variable à partir d'un total de 3011 ovaires mis à incuber sur les deux milieux d'induction soit un taux de réussite de 17%. Un taux d'induction similaire a été obtenu par [33] sur des variétés de blé dur algériennes.

Il est à noter que les cals régénérés peuvent être embryogènes (figure 1b) ou amorphes, à aspect translucide, qui ne donnent aucune régénération. Ces résultats sont corroborés par ([34], [35]).

A la suite du repiquage sur le milieu de différenciation, les cals embryogènes présentent des bourgeons qui se développent en ébauches foliaires (figure 1c).

3.2 EFFET DU PRETRAITEMENT SUR L'INDUCTION ET LA DIFFERENCIATION DES OVAIRES NON FECONDES

Pour la formation de cals, les réponses gynogénétiques des trois variétés étudiées ont montré des différences significatives en fonction de la durée du prétraitement à 4°C et de la composition du milieu d'induction.

L'effet du prétraitement au froid et du milieu de culture sur les capacités d'induction et de différenciation relatives aux trois génotypes sont résumés dans les tableaux 3, 4 et 5.

L'analyse statistique a montré que l'impact de la durée du prétraitement au froid sur le taux d'induction de cals dépend de la variété de blé dur. Ainsi, une courte durée (7 j) est suffisante pour la variété Isly, alors qu'un séjour de 11 jours au froid assure une meilleure réponse gynogénétique pour les deux génotypes Cocorit et Jori. Un tel résultat a été signalé par ([36], [37]). Toutefois, il faut signaler que la durée de prétraitement favorable à une induction n'est pas obligatoirement celle nécessaire à une régénération. En effet, Cocorit présente un taux de régénération maximal soit 15,4% en plantes chlorophylliennes avec 15 jours de prétraitement, alors que le taux d'induction est maximal soit 16,6% avec 11 jours. Pour la variété Jori, la réponse maximale à une induction (27,2%) conduisant à un fort taux de régénération d'haplodiploïdes vertes (19,4%) correspond à un prétraitement au froid de 11 jours (tableau 3).

Les résultats révèlent une différence significative entre les trois prétraitements au froid pour les trois variétés étudiées. En ce qui concerne la variété Cocorit, le prolongement de la durée de 7 à 15 jours améliore la capacité de régénérer des

plantes chlorophylliennes. Le meilleur taux de régénération des plantes vertes a été observé avec un prétraitement au froid de 15 jours. En revanche, le prolongement de durée d'exposition des épis au froid affecte négativement la régénération des plantes.

3.3 EFFET DU MILIEU DE CULTURE SUR L'INDUCTION ET LA DIFFERENCIATION DES OVAIRES NON FECONDES

La réactivité des ovaires fécondés des trois variétés a été évaluée sous l'effet de deux milieux de culture. Les résultats de cette analyse sont représentés dans les tableaux 3, 4 et 5.

Les taux de régénération des différents génotypes présentés en fonction des milieux M_1 et M_2 montrent qu'ils sont en relation avec le génotype pour un milieu donné. Cet effet a été mis en évidence par plusieurs auteurs ([38], [39], [40]). Il semble que le génotype est un facteur capital pour l'induction des embryons et la régénération de plantes chlorophylliennes ([41], [42]). En effet, Cocorit et Jori expriment un effet variétal pour les mises en culture sur le milieu M_1 avec la régénération respective de 15,4 et 19,4% de plantes; contre 0,7 et 2,3% sur milieu M_2 .

La variété Isly interagit fortement avec le prétraitement P_1 et le milieu d'induction M_2 pour donner un taux important de régénération des plantes chlorophylliennes de 22,5% . Par contre, le milieu M_1 combiné au prétraitement P_3 donne 14,1% d'ovaires réactifs pour la variété Cocorit où chacun d'eux génère une plante ou plus. En effet, le taux de régénération est de 15,4%. Quant au rendement théorique, c'est-à-dire le nombre de plantes vertes obtenues par ovaire réactif, il est de 109%.

Pour Isly et Cocorit, il s'avère que le milieu a un effet plus déterminant que le prétraitement au froid sur la réponse de la culture *in vitro* des ovaires non fécondés ([43], [44]).

L'effet de la composition des milieux de culture sur la capacité à régénérer des plantes chlorophylliennes pour tous les génotypes confondus a révélé une variation significative de la réponse des ovaires mis en culture. En effet, sur le milieu M_1 on a pu régénérer 110 plantes chlorophylliennes à partir de 1513 ovaires non fécondés (7.27%) alors que sur M_2 , le taux est de 4.54%. Ainsi, le milieu d'induction M_1 a donné la meilleure réponse gynogénétique qui s'est exprimé au niveau du nombre de plantes chlorophylliennes obtenues.

3.4 EFFET DU GENOTYPE SUR L'INDUCTION ET LA DIFFERENCIATION DES OVAIRES NON FECONDES

L'effet génotypique testé vis-à-vis de l'induction et de la différenciation est hautement significatif ($p < 0.01$) ce qui confirme, comme pour [41] que la réponse sur la réaction des ovaires et sur la régénération des plantes chlorophylliennes diffère selon le génotype.

La variété Isly présente une forte capacité d'induction et peut dans certaines conditions montrer une bonne capacité de régénération (22.5%) et dans d'autres elle n'a pas pu régénérer aucune plantes. Ce même phénomène est observé chez la variété Cocorit. En effet, cette dernière présente des taux d'induction qui varie de 6.9% à 16.6%, alors que la capacité de régénérer des plantes haploïdes reste très faible sauf pour les ovaires prétraités au froid pendant 15 jours et cultivés sur le milieu de culture M_1 .

Seul le génotype Jori, a eu un comportement relativement stable pour l'ensemble des paramètres gynogénétiques mesurés et elle présente une bonne capacité gynogénétique traduite par un rendement théorique assez important.

Tableau 2: Compositions des milieux de cultures utilisés

Composants	M1	M2	M3	M4	M5
NH ₄ NO ₃	0,160	0,160	0,160	0,160	0,080
CaCl ₂ , 2H ₂ O	0,440		0,440	0,440	0,220
Ca(NO ₃) ₂ , 4H ₂ O		0,500			
MgSO ₄ , 7H ₂ O	0,370	0,072	0,370	0,370	0,185
KH ₂ PO ₄	0,170	0,170	0,170	0,170	0,085
KNO ₃	1,900	1,000	1,900	1,900	0,950
KI	0,83	0,75	0,83	0,83	0,42
H ₃ BO ₃	6,20	1,60	6,20	6,20	3,10
MnSO ₄ , H ₂ O	8,45	4,90	8,45	8,45	4,23
ZnSO ₄ , 7H ₂ O	8,60	7,90	8,60	8,60	4,30
Na ₂ MoO ₄ , 2H ₂ O	0,25		0,25	0,25	0,125
CuSO ₄ , 5H ₂ O	0,025		0,025	0,025	0,012
CoCl ₂ , 6H ₂ O	0,025		0,025	0,025	0,012
myo-inositol	100	100	100	100	50
acide nicotinique	1		0,5	1	
pyridoxine, HCl	1		0,5		
thiamine, HCl	1		0,1	5	
pyruvate, Na				5	
glutamine	750		146	146	
hydrolysate de caséine		250			
glycine			2	2	
FeEDTA	40	40	40	40	20
maltose	60	90			
saccharose			30	30	20
2,4-D	2	2	1		
ANA			1		
AA				1	
kinétine	0,5				
BAP				2	
2AiP			0,1		
AIB					0,05

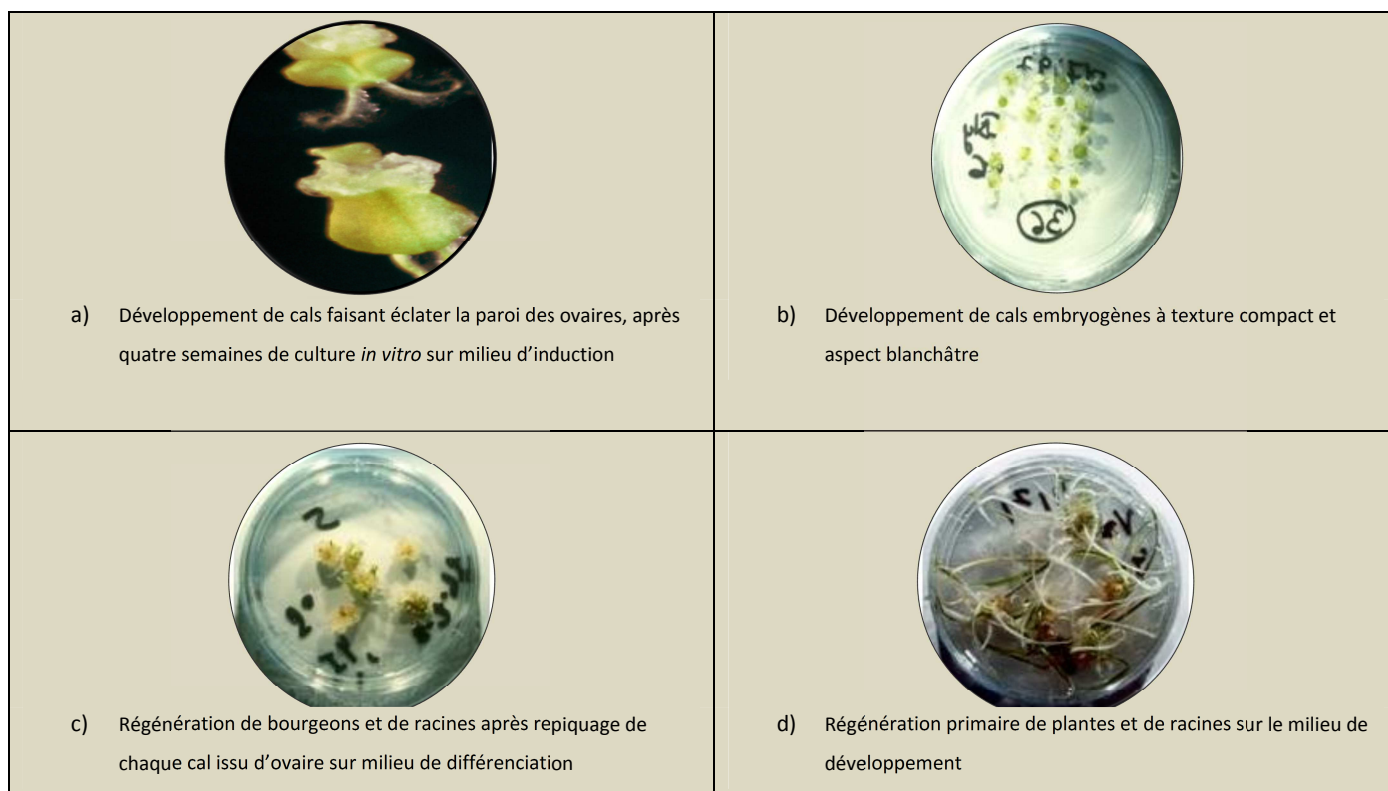


Figure 1. Expression morphogénétique de la culture d'ovaires des trois variétés de blé dur

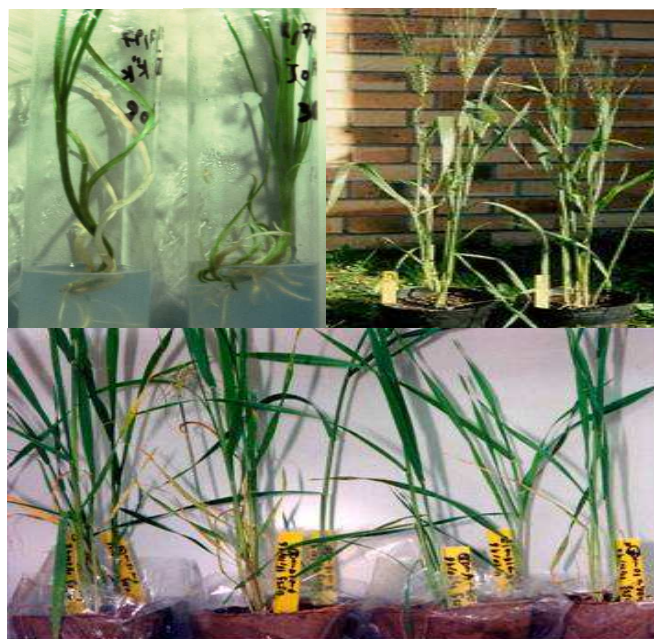


Figure 2. Régénération des plantes chlorophylliennes

Tableau 3. Effet de différents prétraitements et du milieu d'induction sur les paramètres gynogénétiques chez la variété Cocorit

Milieu d'induction	Prétraitement	Nombre d'ovaires mis en culture	Nombre d'ovaires réactifs	Taux d'induction	Nombre total de plantes	Taux de régénération	Rendement théorique
M1	P1	180	27	15	3	1,6	11,1
	P2	198	33	16,6	2	1	6,1
	P3	156	22	14,1	24	15,4	109
M2	P1	166	16	9,6	0	2,4	0
	P2	202	18	8,9	1	1,5	5,5
	P3	144	10	6,9	0	0,7	0

P₁: prétraitement au froid à 4°C pendant 7 jours; P₂: prétraitement au froid à 4°C pendant 11 jours ; P₃: prétraitement au froid à 4°C pendant 15 jours; M₁: milieu 1; M₂: milieu 2

Tableau 4. Effet de différents prétraitements et du milieu d'induction sur les paramètres gynogénétiques chez la variété Isly

Milieu d'induction	Prétraitement	Nombre d'ovaires mis en culture	Nombre d'ovaires réactifs	Taux d'induction	Nombre total de plantes	Taux de régénération	Rendement théorique
M1	P1	195	53	27,2	2	1	3,7
	P2	120	31	25,8	3	2,5	9,6
	P3	105	23	21,9	0	0	0
M2	P1	173	45	26,1	39	22,5	86,6
	P2	134	26	19,4	0	0	0
	P3	162	18	11,1	7	4,3	38,8

P₁: prétraitement au froid à 4°C pendant 7 jours; P₂: prétraitement au froid à 4°C pendant 11 jours ; P₃: prétraitement au froid à 4°C pendant 15 jours; M₁: milieu 1; M₂: milieu 2

Tableau 5 : Effet de différents prétraitements et du milieu d'induction sur les paramètres gynogénétiques chez la variété Jori

Milieu d'induction	Prétraitement	Nombre d'ovaires mis en culture	Nombre d'ovaires réactifs	Taux d'induction	Nombre total de plantes	Taux de régénération	Rendement théorique
M1	P1	180	42	23,3	31	17,2	73,8
	P2	195	53	27,2	38	19,4	71,7
	P3	184	34	18,5	7	3,8	20,6
M2	P1	176	31	17,6	17	9,6	54,9
	P2	172	13	7,5	4	2,3	30,8
	P3	169	17	10,1	0	0	0

P₁: prétraitement au froid à 4°C pendant 7 jours; P₂: prétraitement au froid à 4°C pendant 11 jours ; P₃: prétraitement au froid à 4°C pendant 15 jours; M₁: milieu 1; M₂: milieu 2

4 CONCLUSION

La réponse et les rendements gynogénétiques ainsi que la régénération de plantes chlorophylliennes à partir de trois variétés de blé dur a montré que les génotypes interagissent fortement avec la durée de prétraitement et avec la composition du milieu d'induction.

RÉFÉRENCES

- [1]. Bachtta, M.S.; 2011. La céréaliculture en Tunisie. Une politique de régulation à repenser. Les notes d'analyse du CIHEAM, 64 :1-19.
- [2]. El Felah, M. et Gharbi, M.S.; 2014. Les céréales en Tunisie: Historique, contraintes de développement et perspectives. Journée Nationale sur la valorisation des résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures Tunis, le 17 avril 2014. p: 1-7.
- [3]. Deghais, M.; Kouki, M.; Gharbi, M.S.; El Felah, M.; 2007. The cereal varieties grown in Tunisia. Minister of Agriculture and Water Resources Research and institution of higher agricultural education, Tunisian Republic, 445 p.
- [4]. Ammar, K.; Gharbi, M.S.; Deghais, M.; 2011. Wheat in Tunisia. In: The World Wheat Book. A History of Wheat Breeding. Bonjean, A.P.; William, J.; Van Ginkel, A.M. Editors. Vol 2: 443-465.
- [5]. Radhouane, L.; 2013. Climate change impacts on North African countries and on some Tunisian economic sectors. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 107(1): 101-111.
- [6]. Doussinault, G.; 1995. Cent ans de sélection du blé en France et en Belgique. Quel avenir pour l'amélioration des plantes. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotexte, Paris, 3-8.
- [7]. Ribaut, J.M.; Jiang, C.; Gonzalez-de-Leon, V.; Edmeades, G.O.; Hoisington, D.A.; 1997. Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. II. Yield components and marker assisted selection strategies. Theoretical and Applied Genetics, 75: 286-290
- [8]. Liu, W.; Zheng, Y.; Polle, E.; Konzak, C.F.; 2002. Highly efficient doubled haploid production in wheat (*Triticum aestivum* L.) via induced microspore embryogenesis. Crop Sci., 42: 686-692
- [9]. Serghini, M.A.; 2006. Apport des biotechnologies végétales. Congrès International de Biochimie, Agadir, Maroc, 09-12 Mai, p. 42-44.
- [10]. Amara, S.H., Benzaghoul, S.; Lepoivre, P.; 1999. Capacité androgénétique des variétés tunisiennes de blé dur. Cahiers Agricultures, 8(4): 334-338.
- [11]. De Buyser, J. and Henry, Y. 1980. Induction of haploid and diploid plants through in vitro anther culture of haploid wheat. Theor. Appl. Genet., 57: 57-58.
- [12]. Pellegrineschi, A.; Reynolds, M.; Pacheco, M.; Brito, R.M.; Almeraya, R.; Yamaguchi-Shinozaki, K.; Hoisington, D.; 2004. Stress-induced expression in wheat of the Arabidopsis thaliana DREB1A gene delays water stress symptoms under greenhouse conditions. Genome, 47 (3): 493-500.
- [13]. Dagüstü, N. 2008. Diallel analysis of anther culture response in wheat (*Triticum aestivum* L.). African Journal of Biotechnology, 7(19): 3419-3423.
- [14]. Castillo, A.M.; Egana, B.; Sanz, J.M.; Cistue, L.; 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration from barley cultivars grown in Spain. Plant Cell Rep., 17: 902-906
- [15]. Savaskan, C., Szarejko, I.; Toker, M.C.; 1999. Callus production and plant regeneration from anther of some Turkish barley cultivars. Turkish Journal Plant Botany, 23: 359-365.
- [16]. Szarejko, I.; 2003. Anther culture for doubled haploid production in barley (*Hordeum vulgare* L.) . In: Maluszynsky, M.; Kasha, K.J.; Forster, B.P.; Szarejko, I. (Eds.). Doubled Haploid Production in Crop Plants. A Manual, Kluwer, Dordrecht/Boston/London, pp 35-42.
- [17]. Petrova, E.A.; Goroshkevich, S.N.; Politov, D.V. 2006. Distribution of genetic diversity in Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour): isozyme markers data. In: International conference on environmental observations, modeling and information systems 2. Tomsk, Russia. 1-8 July 2006. pp: 127-131.
- [18]. Hiei, Y.; Yuji Ishida, Y.; Komari, T.; 2014. Progress of cereal transformation technology mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. Frontiers in Plant Science, 5(628): 1-11
- [19]. Hadwiger, L. A.; Chang, M.M.; Parsons, M.A.; 1993. *Fusarium solani* DNase is a signal for increasing expression of nonhost disease resistant response genes, hypersensitivity, and pisatin production. Molecular Plant-Microbe Interactions Journal, 8(6): 871-879.
- [20]. Zhu, Z.W.H.; 1979. In vitro production of haploid plantlets from the unpollinated ovaries of *Triticum aestivum* and *Nicotiana tabacum*. Acta Genetica Sinica, 2: 1-6.
- [21]. Labbani, Z.; Richard, N.; De Buyser, J.; Picard, E.; 2005. Plantes chlorophylliennes de blé dur obtenues par culture de microspores isolées: importance des prétraitements. C. R. Biologies, 328: 713-723.
- [22]. Ghaemi, A., Sarrafi, A. et Alibert, G. 1993. Influence of genotype and culture conditions on the production of embryos from anthers of tetraploid wheat (*Triticum turgidum*). Euphytica, 65: 81-85.
- [23]. Saidi, N.; Chlyah, O.; Chlyah, H.; 1998. Production of green haploid durum wheat plants by pollination of wheat with maize. Canadian Journal of Botany, 76 (4): 652-656
- [24]. Caredda, S.; Doncoeur, C.; Devaux, P.; Sangwan, R.S.; Clément, C.; 2000. Plastid differentiation during androgenesis in albino and no-albino producing cultivars of Barley (*Hordeum vulgare* L.). Sex Plant Reproduction, 13: 95-101.

- [25]. Cistué, L.; Romagosa, I.; Batlle, F.; Echavarri, B.; 2009. Improvements in the production of doubled haploids in durum wheat (*Triticum turgidum* L.) through isolated microspore culture. *Plant Cell Rep.*, 28:727–735
- [26]. Vasil, I.K.; Vasil, V.; Lu, C.; Atkins, P.; Z. Haydu, Z.; Wang, D.; 1982. Somatic embryogenesis in cereals and grasses. Pages 3-21 in *Variability in plants regenerated from tissue culture*. E. Earle and Y. Demarly, eds. Praeger Press, New York.
- [27]. Vasil, I.K.; 2005. Tissue cultures of maize. *Maydica*, 50: 361-365
- [28]. El Goumi, Y.; Fakiri, M.; Lamsaouri, O.; Mounsif Bencheikroun, M.; Hassani, M.F.; 2014. Analyse de la capacité androgénétique de trois cultivars de blé dur (*Triticum durum*) et trois cultivars de blé tendre (*Triticum aestivum*). *Lebanese Science Journal*, 15 (1): 85-98.
- [29]. Collins, G.B. 1977. Production and utilization of anther-derived haploids in crop plants. *Crop Sci.*, 17:583-586.
- [30]. Zair, I.; Chlayeh, A.; Sabounji, K.; Tittahsen, M.; Chlayeh, H.; 2003. Salt tolerance improvement in some wheat cultivars after application of in vitro selection pressure. *Plant Cell Tissue and organ culture*, 73: 237-244.
- [31]. Soltner, D.; 2005. Les grandes productions végétales. Bressuire : Collection Sciences et Techniques Agricoles, 20ème Édition, 472p.
- [32]. Sibi, M.L.; Kobaisi, A.; Shekafandeh, A.; 2001. Chlorophyllian haploid plants and regenerating strains by in vitro ovaries culture in tetraploid wheat (*Triticum durum* Desf.). *Euphytica*, 122: 351-359.
- [33]. Ayolié, K.; El Yacoubi, H.; Rochdi, A.; 2007. Influence du 2,4-D et de l'explant embryonnaire sur la callogénèse du blé dur. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 146: 97-112.
- [34]. Ryschk, S.; U. Ryschk, U.; & J. Schulze, J.; 1991.- Anatomical studies on the development of somatic embryoids in wheat and barley explants. *Biochem. Physiol. Pflanz.*, 187 (1): 31-41.
- [35]. Mzouri, K.; Amssa, M.; Bouiamrine, H.; 2001. Embryogenèse somatique à partir d'embryons immatures de Blé tendre (*Triticum aestivum* L.): effet génotype. *Acta Bot. Gallica*, 148 (3): 215-225.
- [36]. Mdarhri-Alaoui, M.; Saidi, N.; Chlyah, A., Chlyah, H.; 1998. Obtention par gynogenèse in vitro de plantes haploïdes chlorophylliennes chez le blé dur. *C.R. Acad. Sci.*, 321 : 25-30.
- [37]. Ayed, O.S.; De Buyser, J.; Picard, E.; Trifa, Y.; Slim Amara, H.; 2007. Effect of pre-treatment on isolated microspores culture ability in durum wheat (*Triticum turgidum subsp. durum* Desf.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(2): 30-38.
- [38]. Ou, G.; Wang, W.C.; Nguyen, H.T.; 1989. Inheritance of somatic embryogenesis and organ regeneration from immature embryo cultures of winter wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 78 (1): 137-142.
- [39]. Felfoldi, K.; Purnhauser, L.; 1992. Induction of regenerating callus cultures from immature embryos of 44 wheat and 3 triticales cultivars. *Cereals Research Communications*, 20(3-4): 273-277.
- [40]. Abid, N.; Maqbool, A.; Malik, K.A.; 2014. Screening commercial wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties for *Agrobacterium* mediated transformation ability. *Pak. J.Agric.Sci.*, 51: 83–89.
- [41]. Chlyah, H.; Cherkaoui, S.; Saidi, N.; Lamsaouri, O.; Mdarhi-Alaoui, M.; Chlyah, O.; Benkirane, H.; Amail, O.; Chlyah, A.B.; 2001. Production d'haploïdes chez le blé dur et sélection en milieu salin. In : Hamon Serge (éd.). *Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes*. Paris (FRA), IRD, AUF, Montréal, P. 235-254.
- [42]. Cherkaoui, S.; Lamsaouri, O.; Chlyah, B.; Chlyah, H.; 2001. Amélioration de la régénération chlorophyllienne chez le blé dur : utilisation de la culture d'anthères après croisements interspécifiques. In : Hamon Serge (éd.). *Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes*. Paris (FRA), IRD, AUF, Montréal, P. 289-303.
- [43]. Karim, R.; Chlyah, H.; Badoc, A.; Douira, A.; 2005. Obtention de pieds néoformés suite à l'induction de cals embryogènes d'embryons zygotiques de blés par le borate de sodium et un extrait de *Fusarium graminearum*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 144: 195-210.
- [44]. Sivanesan, I.; Park, S.W.; 2014 The role of silicon in plant tissue culture. *Frontiers in Plant Science*, 5(571): 1-4.

Devolatilization of Wood in Fluidized Beds-A Review of Research on Experiments and Modelling

M. Sreekanth, Joseph Daniel, and V. Karthikeyan

School of Mechanical and Building Sciences,
VIT University,
Chennai, Tamilnadu, 600127, 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: This paper presents a detailed review of experimental and modeling work carried out on devolatilization of different kinds of wood under fluidized bed combustion/pyrolysis conditions. Laboratory scale experimental studies as well as analytical, phenomenological and numerical modeling works have been reviewed and presented. It has been found that attempts to determine the kinetics in actual fluidized bed conditions have been carried out. There is no single devolatilization model that incorporates all the physical and chemical phenomena occurring during devolatilization. Moreover, the physical phenomenon of primary fragmentation has not been adequately incorporated in the models. Also, non-intrusive temperature measurement techniques need to be developed and demonstrated.

KEYWORDS: Wood, Devolatilization, Experiments, Modelling, Review.

1 INTRODUCTION

Devolatilization of wood, which usually occurs in the range of 600-900 K, is the initial stage in the overall combustion process of wood during which the constituent volatiles are released and burned leaving char as the residual product. Also, devolatilization happens in a much shorter time than char combustion. Due to the high volatile content of wood (>70%), a major portion of the heat content is released during devolatilization. A devolatilizing solid wood particle undergoes mostly three physical changes: volumetric shrinkage, mass reduction and primary fragmentation (breakage of the fuel into smaller sizes of char during devolatilization), which control the subsequent char yield, its size and mass distribution. This in turn influences the char combustion process and the char combustion time itself, which could be several times longer than the devolatilization time. Hence a study of devolatilization is essential to obtain qualitative and quantitative information on devolatilization time, char yield and char size distribution to facilitate proper combustor design and operation.

2 PHYSICAL MODEL

A pictorial description of the environment and the processes a wood particle wood undergo in a fluidized bed is given by Sudhakar and Kolar [1]. A wood particle in a fluidized bed mostly behaves as if it exists alone. This is because in a fluidized bed, the fuel consists of only 2-5% of the total bed mass. The wood particle undergoes heat and mass interactions which dictate the 'Thermal Behaviour'. It also undergoes physical changes like shrinkage and fragmentation which dictate the 'Physical Behaviour' of the wood particle. Also, the released volatiles burn under oxidation conditions and the char too may partly undergo combustion before devolatilization process is completed. During its residence period in the bed, the wood particle moves turbulently within and also on top of the bed.

This paper deals with the Thermal Behaviour. The 'Thermal' aspects are described by the spatial and temporal variation of temperature inside the wood particle along with heat generation and shrinkage. The temperature distribution depends on the initial size of the wood particle, its shape, the amount of shrinkage it undergoes and the kinetics governing the

devolatilization process. The thermal aspects can be determined experimentally and can also be predicted by a thermal model which considers important parameters and gives as output the spatial and temporal temperature distribution. The obtained temperature distribution can be used to determine the devolatilization time and char yield. Also, the gas composition and yield can be measured and determined analytically using detailed models.

3 LITERATURE DEALING WITH EXPERIMENTS ONLY

In one of the earlier works reported by Kita et. al. [2], cylindrical wood particles of size 20 mm have been used to determine the devolatilization temperature in a fluidized bed at 923 K. Leckner et. al. [3] have used cylindrical wooden pellets of size 4-29 mm in a bed fluidized with oxygen at a temperature of 873-1173 K. They have determined the process kinetics using analytical models of devolatilization and combustion.

de Diego et al [4] have conducted experiments in a 50 mm ID and 0.5 m tall lab scale fluidized bed reactor with Air/Nitrogen as the medium. They used debarked wet pine wood of irregular shape to determine the devolatilization time (τ_d) and gas composition. The time was determined by two methods-visual and gas analysis of O_2 and CO_2 and were found to be almost same. They also found that the devolatilization time was not influenced by the medium, O_2 or N_2 and char combustion did not commence during devolatilization. They have also proposed a correlation to determine the devolatilization time using the initial wood size, equivalent diameter and a shape factor.

de Diego et. al. [5] have experimentally investigated the influence wood moisture on the devolatilization time. Pinus Sylvestris wood cuboids were used at sizes 15×15×15 mm, 20×9×20 mm, 10×16×15 mm, 10×10×10 mm and 20×4×20 mm. They have deliberately introduced moisture into the wood particles and left them for a week to have a stabilized moisture content. They found that the τ_d increased linearly with increase in moisture content and the slope of this rise increased when bed temperature was lowered. The devolatilization time was correlated using a power law relation ($\tau_d = ad^n$) in which the value of the power 'n' varied between 1.5 and 1.7 and was unaffected by bed temperature and moisture content.

Di Blasi and Branca [6] have measured the transient centre temperatures in long cylindrical wood particles ($l=20$ mm, $d=2$ to 10 mm) devolatilizing in a bed of sand fluidized with nitrogen and maintained at a bed temperature of 800-1100 K. They have determined the devolatilization time from the measured temperature and proposed a correlation for devolatilization time as a function of cylinder diameter and bed temperature. This is one of the few temperature measurements in a fluidized bed combustor reported in literature. Their measurements revealed that the heating rate at the particle center is a strong function of the conversion level; that is, pyrolysis of wood for the conditions typically established in fluidized-bed reactors is controlled by the rate of internal heat transfer in wood.

Kumar et al. [7] have conducted experiments in a lab scale fluidized bed (130 mm dia and 600 mm tall) to determine the devolatilization time of Casuarina Equisetifolia wood in a lab scale facility fluidized by air. They have considered cylindrical wood with different aspect ratio resulting in disks, cylinders and rods. The influence of initial wood size and bed temperature has been studied and correlation for devolatilization time has been proposed. The size of the cylindrical wood particles is represented by the size of a sphere having the same volume to surface area ratio. The structure of the equation is similar to that given by de Diego et al. [5].

Wang et al. [8] have pyrolysed various types of wood (pine, beech, demolition wood) in a batch wise operated fluidized bed facility. Conversion times, product yields, and product compositions were measured as a function of the particle size (0.7-17 mm), the vapor's residence time (0.25-6 s), the position of the biomass particles in the bed (dense bed or splash zone), and the fluid bed temperature (523-1073 K). It was observed that for pyrolysis temperatures between 723 and 823 K, the bio-oil yield appeared to be maximal (about 65 wt %), while the water content of the bio-oil is minimal. The position of the biomass particles in the fluid bed, either in the dense bed or in the splash zone, does not affect the conversion time and product yields to a large extent during pyrolysis at 773 K.

Rapagna and Ceslo [9] have conducted experiments on spherical wood (*Ostrya Carpinifolia*) particles of 5-25 mm size in a fluidized bed having olivine as inert material. The operating temperature was 700-900 °C and the fluidizing velocity was kept equal to u_{mf} . They have investigated the influence of the fluidizing medium (nitrogen or steam-nitrogen) and found that the medium does not influence the devolatilization time. They have also found out that the location of particle feeding (on the bed or inside the bed) effects the gas yield and maximizes it when the wood is fed deep inside in nitrogen-steam fluidized bed. Maximum char yield, minimum tar and char production were observed at high bed temperatures and low wood sizes.

Sreekanth et al [10], [11] have conducted experiments in a 130 mm diameter 600 mm tall lab scale fluidized bed reactor using air as the medium and sand as the inert material. They have used Casuarina wood of different sizes (10-30 mm) and shapes (cuboid, sphere, cylinder). They have measured the devolatilization time, wood char size as the devolatilization

progresses and the mass during devolatilization. They have used the basket technique to retrieve the wood particle from the bed to measure the size and mass. The size was found to decrease due to shrinkage in radial and longitudinal directions and also due to primary fragmentation. This data was used to develop a simple model to determine the end char size which becomes an important input to subsequent char combustion model. Also, the mass of the particle during devolatilization was used to determine the apparent kinetics which can be used in modeling the devolatilization process.

Sudhakar and Kolar [12] have carried out a systematic study of the influence of initial shape and size of wood and bed temperature on the devolatilization time and char yield. It was observed that the initial wood particle size has the strongest influence followed by shape and bed temperature. They have derived a correlation to determine the devolatilization time of wood and could predict their results within 20% accuracy while other's results with 30% accuracy. Char yield was found to vary between 9% and 14% and showed no definite influence of any of the operating parameters. They have also presented a brief literature study to show the status in this field.

Miccio and Russo [13] and Miccio et al. [14] have conducted experiments on birch and spruce wood particled to determine the devolatilization time and also to find the influence of pelletizing when compared to non-pelletizing. Their experimental facility and technique was similar to that of Sreekanth et al. [10]. They have used 10-30 mm pellet size. They found that spruce pellets take longer than birch wood, consistent with their respective volatile matter content. Interestingly, they found that primary fragmentation did not take place. Also, pelletized wood had a longer devolatilization time than non-pelletized wood.

Sreekanth [15] has also reported the results related to measurement of transient shrinkage as a cylindrical wood particle devolatilizes in a fluidized bed at three bed temperatures. It was noticed that longitudinal shrinkage begins after 50% conversion while radial shrinkage begins at the start of devolatilization. In all present models, if shrinkage is incorporated, it is done linearly. Hence the results of Sreekanth [12] are found to be useful in incorporating the actual shrinkage rate in devolatilization models. He also proposed correlations for the shrinkage in radial and longitudinal directions.

Reschmeier et al [16] have developed a technique to determine kinetics data for wood pellets in a fluidized bed. They have used a combination of gravimetric and optical techniques to determine the kinetics of mass reduction and tar production. The fluidized bed is 228 mm in diameter and 350 mm tall and has quartz sand as inert material. It is fluidized by nitrogen gas. They have developed and used analytical method which uses the measured data to predict the kinetics. Such data is useful since present day models use kinetics data obtained in purely gravimetric study facilities using fuel powders. However, the kinetics determined by Reschmeier et al [16] are apparent kinetics as there is limitation of the pyrolysis heat transfer and diffusion.

Ceslo et al. [17] have conducted experiments in a 110 mm diameter stainless steel fluidized bed containing olivine particles of dia 0.48 mm and density 2500 kg/m³(almost same as that of silica sand). Olivine was chosen for its catalytic activity which favours the conversion of tar. Spherical *Ostrya carpinifolia* wood was used as fuel and nitrogen gas was used to fluidize the bed. The kinetics were determined from the measured evolution data of hydrogen, carbon monoxide, carbon dioxide and methane.

4 LITERATURE DEALING WITH MODELLING ONLY

Semino and Tognotti [18] have developed a general one dimensional model and applied it to cylindrical wood particles after incorporating internal convection and heat generation while neglecting moisture content and shrinkage. They have also performed a sensitivity analysis to study the influence of various parameters on the model outcome. They have found out that heat transfer coefficient is influential only till a value of 150 W/m².K. The char yield was found to increase with wood size. Wood composition influences the yield as hemicellulose and cellulose are more reactive than lignin. Model results have been compared with experimental results (reported elsewhere) carried on poplar wood.

Di Blasi [19] has modeled the fast pyrolysis of cellulosic particles in fluidized beds in order to predict the liquid product yield. A one dimensional cylindrical coordinates model was developed by incorporating internal convection and heat generation while neglecting moisture and shrinkage. The fuel particle size and bed temperature greatly influence the heating rate while the window of conversion was narrow between 600-725 K. Hence the conversion time depends on size and temperature while the product yield is more or less constant.

Gammelis and Kakaras [20] have developed a model for combustion of wood in a fluidized bed. They have integrated devolatilization as well as combustion with combustion of volatiles occurring and radiating the heat back to the wood particle. They have assumed spherical and isothermal (lumped capacity) wood particles thus simplifying by a great deal. They have investigated the effect of uncertain parameters on model predictions and found that wood particle diameter, moisture

content, oxygen concentration and the bed temperature have considerable influence. They found that the time necessary for conversion is less for woods than for coal. Particle diameter, moisture content, oxygen concentration and gas temperature have significant influence on the model results.

Saastamoinen [21] has proposed a new model for pyrolysis which can be implemented as a sub-model in a CFD code and is suitable for different fuels including biomass with varying size, reactivity, moisture and shape. It is a 1-D model including heat and mass diffusion and heat of reaction but neglecting shrinkage. The model is yet to be validated with experimental data. Devolatilization was approximated to be taking place at a particular temperature called pyrolysis temperature. The model could simulate the effects of particle shape (cuboid, cylinder, sphere), size, moisture, density and reactivity. Shrinkage has been neglected.

Sreekanth et al [22] and Sreekanth and Kolar [23] have developed a two dimensional transient thermal model in cylindrical coordinates to predict the devolatilization of cylindrical wooden particles. They have incorporated the effect of moisture, shrinkage, heat generation but neglected internal convection. Experimentally determined shrinkage values have been linearly fit to the progress of conversion. The conversion has been determined by a typical temperature attained by a location. When that temperature is attained by the centre, the conversion is said to be complete. The model could successfully predict the experimentally measured centre temperatures of Di Blasi and Branca [6]. Also, the contours of isotherms, wood density, moisture content in the wood particle have been predicted. It was noticed that the conversion progresses faster across the grains than along them. Incorporation of shrinkage was found to be useful in predicting better results. Also, thermal wave propagation was faster in 2D model than in a 1D model.

5 LITERATURE DEALING WITH BOTH EXPERIMENTS AND MODELLING

Di Felice et al. [24] have conducted experiments on wood devolatilization in a fluidized bed and adopted a novel technique to monitor the gas production. They have continuously monitored the bed pressure which showed peaks corresponding to maximum gas production. They have also developed a model for devolatilization in 1-D spherical coordinates which was compared with published data and also with the experiments. Good comparison was found between the computed peak in the gas production and the pressure measured. Experiments were conducted in a 62 mm diameter fluidized bed reactor which is small enough to justify the pressure measurement technique used to correlate devolatilization. Accurate pressure measurements will be needed and extension of the technique to larger facilities is not yet verified.

de Diego et al. [25] they have conducted experiments on cuboidal pine wood particles under inert and oxidation conditions. They have also studied the influence of initial wood size, bed temperature and moisture on the devolatilization time of wood under fluidized bed combustor conditions. They have also developed a devolatilization model in spherical coordinates and incorporated shrinkage and drying while the kinetics have been modeled based on the Distributed Activation Energy Model. This model has been first used by Chirone et al. [26] to predict the devolatilization in a spherical coal particle. de Diego et al [25] have found that moisture has a telling influence on the devolatilization time and they have also proposed a correlation for devolatilization time which considers the size of the cuboids as that of a sphere having the same volume to surface area ratio. During the experiments they have visually noticed that the volatiles evolution is more during the initial few seconds and decreased towards the end.

Jand and Foscolo [27] have studied the devolatilization of wood particles and the combustion/gasification of the remaining char in a bubbling bed of sand fluidized by nitrogen, steam and air. They have also proposed a model in 1-D spherical coordinates that considers heat transfer to and within the wood particle and a single reaction accounting for the devolatilization process. Within the range of study (wood size 5-20 mm and bed temperature 833-1013 K), the model is found to agree well with the measurements. They found that the fluidization velocity and presence of steam in the fluidizing medium had little influence on the devolatilization time, volatile evolution rate and their composition.

Kersten et al. [28] have reviewed the literature on biomass pyrolysis and have also proposed a detailed model under fluidized bed conditions. From the literature review, they conclude that the available knowledge of kinetics and transport phenomena is not integrated into the reactor design properly and complex 2-D models do not provide any better results than the 1-D models for engineering calculations. They have proposed an expression to evaluate the effective pyrolysis temperature which is essentially the average particle temperature at which the conversion is taking place. They have also noticed that the kinetic constants can be used only to obtain the general trends and are not able to predict the product yields accurately except for the conditions under which they have been derived. This emphasizes the importance of determining the kinetics in actual fluidized bed conditions to be applied to fluidized bed models.

Luo et al. [29] have developed a model for flash pyrolysis of wood in a fluidized bed in order to predict the production of pyrolysis oil. They opine that fluidized bed technology is a suitable method to produce high quality bio-oil. They have

conducted experiments in an atmosphere of nitrogen at 500-700 °C. The effect of main operation parameters on wood pyrolysis product distribution was well simulated. The model shows that reaction temperature plays an important role in wood pyrolysis. A good agreement between experimental and theoretical results was obtained. It was shown that particles less than 500 µm could achieve a high heating-up rate to meet the demands of flash pyrolysis.

Kumar et al. [30] have conducted extensive experiments in a lab scale fluidized bed using cylindrical wood particles (*Casuarina Equisetifolia*) with shape varying from disks to long rods. They have measured shrinkage in the longitudinal as well as tangential directions and proposed correlations for the same as a function of size and bed temperature. Experiments were conducted at a bed temperature ranging from 650-850 °C. They found that longitudinal shrinkage is lower than radial (transverse) shrinkage and the average volumetric shrinkage is 47%. This data is a useful input to devolatilization models. However, they have measured the terminal shrinkage and not the progressive shrinkage during devolatilization. Hence the shrinkage data can only be incorporated only in a linear fashion along the progress conversion.

Sreekanth et al. [31] have conducted experiments on cuboidal and cylindrical wood particles at a bed temperature of 850 °C. The bed was fluidized by air preheated to 400 °C. They have incorporated the shrinkage determined by Kumar et al. [30] in the model used to predict the devolatilization time and char yield. The model has been extended to predict the behaviour of cuboidal shape wood by transforming a cuboid to a cylinder having same height and same surface area. The experimental results have been predicted to an accuracy of 20%. The model too could predict the results of Di Blasi and Branca [6]. The study also showed that the external heat transfer coefficient has no significant influence on the devolatilization time beyond a value of 300 W/m².K. Also, particle shrinkage did not influence the devolatilization time but has influenced the char yield.

Sudhakar et al. [32] have conducted experiments and modeled the devolatilization of *Casuarina* wood in a bubbling fluidized bed. This is the only three dimensional model till date in this field. The model included the phenomena of shrinkage, heat generation, moisture and anisotropy apart from variable properties. They have conducted a sensitivity study of various model input parameters on the devolatilization time and char yield. They found that initial density, thermal conductivity and specific heat have most significant influence while the external heat transfer coefficient has little influence beyond 500 W/m².K. They also found that the model results are sensitive to kinetic parameters and hence the appropriate values must be used. This finding again emphasizes the need to determine the kinetics in actual fluidized bed conditions.

Ceslo et al. [17] have developed a simple model in one dimensional spherical coordinates. They have mostly relied on analytical solutions of the transient heat conduction equation and the reaction rate equations. They have not incorporated any of the shrinkage, heat generation, internal convection and drying phenomenon. They have used a pyrolysis kinetics model and a statistical model to predict their experimental measurements of gas evolution rate and times. They found that the statistical model could predict the influence of temperature on gas yield while the pyrolysis kinetics model failed to. They conclude that increasing the bed temperature increases the gas yield while the pyrolysis time is decreased by reducing the particle size.

Bu et al. [33], [34] have conducted detailed experiments in a two dimensional fluidized bed combustor having a provision to view the proceedings in the bed through a quartz wall. Studies were conducted in oxygen rich atmosphere at a temperature of 1088 K (= 815 °C). They have also measured the particle centre temperature by a thermocouple. However, this could have restricted the randomness of fluidization in the bed. They found that the devolatilization times are longer in O₂/CO₂ atmosphere than in O₂/N₂ atmosphere. Also, the influence of the flame attached to the wood particle has no influence on devolatilization time. They have also developed a one dimensional spherical coordinate model to simulate the process. The model predicts the particle and flame temperature with good accuracy. The model also predicts that only a small amount of the flame obtained by burning volatiles is transferred to the wood particle.

The consolidated literature analysis is presented in the tables below:

Table 1: Literature Review of Experimental and Modelling Work on Devolatilization of wood in Fluidized Beds

S. No	Author	Fuel	Fuel Shape (Expt)	Fuel Size (mm)	Bed Temp. (K)	Fluidizing Medium	Model Details					
							Dimensions	Shape	Moisture	Internal Convection	Shrinkage	Heat Generation
1.	Kita et. a. [2]	Wood	Cylinder	20	923	Air	No modelling reported					
2.	Leckner et al. [3]	Swedish Wood pellets	Cylinder	d=6-10 l=4-29	873 - 1173	Oxygen	No modelling reported					
3.	de Diego et al. [4]	Pine wood	Irregular Cuboid	7-37 4-40	923, 1023, 1123, 1223	Air Nitrogen	No modelling reported					
4.	de Diego et al. [5]	Pine wood	Cuboid	10×10×10 10×16×15 15×15×15 20×4×20 20×9×20	923, 1023, 1123, 1223	Air Nitrogen	No modelling reported					
5.	Di Blasi & Branca [6]	Beech wood	Cylinder	l=20 d=2-10	712-1107	Nitrogen	No modelling reported					
6.	Kumar et al. [7]	Casuarina wood	Cylinder, Cube	5-30	923, 1023, 1123	Air	No modelling reported					
7.	Wang et al. [8]	Pine wood	Cylinder	l=42 d=0.7-17	523-1073	Nitrogen	No modelling reported					
8.	Rapagna & Celso [9]	Ostrya Wood	Sphere	5-25	973-1173	Nitrogen/Steam	No modelling reported					
9.	Sreekanth et al. [10]	Casuarina Wood	Cuboid, Cylinder, Sphere	10-30	1173	Air	No thermal modelling reported					
10.	Sreekanth et al. [11]	Casuarina Wood	Cylinder	d = 10 to 30	1023,1123,1223	Air	No modelling reported					
11.	Sudhakar & Kolar [12]	Casuarina Wood	Cube/Cylinder/ Sphere	10,15, 20,25	1023, 1123, 1223	Air	No modelling reported					
12.	Miccio Russo [13]	Beech and Spruce Wood & Coal	Cylindrical	6	1023	Air	No modelling reported					
13.	Miccio et al. [14]	Beech and Spruce Wood/ Coal	Pellets	6	963	Air	No modeling reported					
14.	Sreekanth [15]	Casuarina Wood	Cylinder	d = 10 to 30	1023,1123,1223	Air	No modelling reported					
15.	Reschmeier et al. [16]	Wood Pellets	Cylindrical	6	1123	Nitrogen	No modelling reported					
16.	Ceslo et al. [17]	Ostrya Wood	Sphere	d=5, 10, 15	973, 1073, 1173	Nitrogen	Kinetics based modeling described later					
17.	Semino & Tognotti [18]	No experiments conducted					1D	Cylinder	No	Yes	No	Yes
18.	Di Blasi [19]	No experiments conducted					1D	Cylindrical	No	Yes	No	Yes
19.	Grammelis & Kakaras [20]	No experiments conducted					1D	Sphere	Yes	Yes	No	Not mentioned
20.	Saastamoinen [21]	No experiments conducted					1D	Cuboid, Cylinder Sphere	Yes	Yes	No	Yes
21.	Sreekanth et al. [22]	No experiments conducted					2D	Cylinder	Yes	No	Yes	Yes
22.	Sreekanth & Kolar [23]	No experiments conducted					2D	Cylinder	Yes	No	Yes	Yes
23.	Di Felice et al. [24]	Almond	Irregular	0.53-45	773 973 1073	Nitrogen	1D	Sphere	No	Yes	No	Yes
24.	de Diego et al. [25]	Pine wood	Irregular	7-37	923-1223	Air Nitrogen	1D	Sphere	Yes	No	Yes	No

25.	Jand Foscolo [27]	Beech wood	Sphere	5-20	833 943 1013	Air Nitrogen	1D	Sphere	No	No	Yes	No
26.	Kersten et al. [28]	Pine Peech Bamboo	Cylinder	0.4-30	523-1073	Nitrogen	1D 2D	Cylinder	Yes	Yes	No	No
27.	Luo et al. [29]	Wood	Sphere	<0.5 mm	773, 873, 973	Nitrogen	1D	Sphere	No	Yes	Yes	Yes
28.	Kumar et al. [30]	Casuarina Wood	Disc, Cylinder, Rod	5 to 100	1123	Air	2D	Disc, Cylinder, Rod	No	No	Yes	No
29.	Sreekanth et al. [31]	Casuarina Wood	Cylinder	d=4, l=20 & d =10, l = 50	1123	Nitrogen	2D	Cylinder	Yes	No	Yes	Yes
30.	Sudhakar and Kolar [32]	Casuarina Wood	Cube	10,15,20,25	1023, 1123, 1223	Nitrogen	3D	Cube	Yes	No	Yes	Yes
31.	Ceslo et al. [17]	Ostrya Wood	Sphere	0.005, .01,.015	973,1073,1173	Nitrogen	1D	Sphere	No	No	No	No
32.	Bu et al. [33], [34]	Schima Wood	Sphere	d=6 mm	1088	O ₂ /N ₂ , O ₂ /CO ₂	1D	Sphere	No	No	No	No

Table 2: Details of Experimental Facility

S. No	Author	Shape of the Reactor	Dimensions of the Reactor (mm)	Inert Bed Material, size	Fluidizing Velocity (m/s)
1	de Diego et. al. [4, 25]	Cylinder	ID=50 H=50	Silica Sand, 550 μ m	0.4
2	Di Blasi & Branca [6]	Cylinder	ID=63 H=450	Calcined sand, 180-250 μ m	0.036
3	Kumar et. al. [7, 30]	Cylinder	ID=130 H=600	Silica Sand, 500 μ m	NM
4	Wang et. al. [8]	Cylinder	ID=26 H=45	Silica Sand, 258 μ m	0.032
5	Rapagna & Celso [9]	Cylinder	ID=110 H=Nm	Olivine, 480 μ m	NM
6	Sreekanth et. al. [10, 11,15, 22, 23, 31]	Cylinder	ID=130 H=600	Silica Sand, 550 μ m	0.5
7	Sudhakar & Kolar [12, 32]	Cylinder	ID=130 H=600	Silica Sand, 375 μ	$u/u_{mf}=5$
8	Miccio & Russo [13,14]	Cylinder	ID=120 H=500	Silica Sand, 325, 600 μ m	0.11, 0.21
9	Reschmeier et. al. [16]	Cylinder	ID=228 H=350	Quartz sand, 60-200 μ m	NM
10	Ceslo et al. [17]	Cylinder	ID=110 H=Nm	Olivine, 480 μ m	NM
11	Di Felice et al. [24]	Cylinder	ID=62 H=Nm	Alumina (103 μ m), Silica Sand (500 μ m)	NM
12	Jand & Foscolo [27]	Cylinder	ID=110 H=Nm	Sand, 380 μ m	$u/u_{mf}=2-4.8$
13	Kersten et al. [28]	Cylinder	ID=26 H=45	Silica Sand, 258 μ m	0.032
14	Luo et al. [29]	Cylinder	ID=80 H=1200	NM	NM
15	Bu et al. [33, 34]	Rectangle	200 $\times$ 20 $\times$ 400	Silica Sand, 250-350 μ m	0.28

NM: Not mentioned

OBSERVATIONS ON THE EXPERIMENTAL FACILITIES USED

- Most fluidized bed reactors are cylindrical in shape while only Bu et. al.[33,34] have used rectangular one. They have used one of the faces transparent to be able to view the proceedings inside the reactor.
- The inner diameters ranged from 26 mm to 228 mm while most of the reactors have around 100 mm dia. The variation in heights is quite large.

- iii. Sand has been used as the bed material commonly although alumina and olivine have been used too. However, the densities of alumina, olivine and sand are in the same ball park. The inert bed particle size ranged from 60 μm to 550 μm .
- iv. Some works have not reported the fluidizing velocities. However, from the above data, it is noted that the ratio u/u_{mf} ranged between 1 and 5.

6 CONCLUSIONS

6.1 EXPERIMENTAL

- i. Very few wood species have been studied in fluidized beds. Most species are from the European region while very few are from Asia.
- ii. Devolatilization time has been mostly measured by two techniques: Visual and Gas composition. A third method of bed pressure change has been proposed by De Felice et. al. [24].
- iii. Temperature measurement of wood particle is carried out by very few researchers by using invasive technique like a thermocouple. This could influence the fluidization behaviour. The error introduced by such a method needs to be addressed. Also, non-intrusive techniques need to be developed.
- iv. Determination of devolatilization kinetics in an actual fluidized bed combustor is still in a nascent stage. The main problem in measuring the kinetics is the accurate mass measurement of the wood particle.
- v. All the experiments have been carried out in small reactors. The effects of scaling up the results must be investigated.
- vi. No study has been conducted to understand the influence of Primary Fragmentation on volatiles release rate.
- vii. Apart from the temperature measurement inside the particle, the pressure measurement too needs to be carried out to determine the influence of the out flowing volatiles and their influence on the external heat transfer coefficient.

6.2 MODELLING

- i. Most of the models are either one dimensional or two dimensional. Only one model of Sudhakar and Kolar [32] has modeled in three dimensions for a cuboidal wood particle. Three dimensional models in cylindrical coordinates is needed badly as cylinder is the natural shape of wood.
- ii. There is not a single model which incorporates the influence of shrinkage, internal convection, moisture content and heat generation together.
- iii. The kinetics used in the models have been determined in standard TGA experimental facilities which use powdered fuel and the heating rates are low. The need of the hour is to design a method to accurately determine the kinetics in an actual fluidized bed reactor.
- iv. It has been concluded that the external heat transfer coefficient has no influence on the thermal behaviour beyond a certain value. Hence extremely accurate heat transfer coefficient models are not needed as long as a simple model predicts a reasonably accurate value.
- v. Presence of Oxygen in the fluidizing medium has no influence on the devolatilization time and the heat transferred back to the wood particle from the volatiles flame, Bu et al. [34].
- vi. No model has considered the influence of Primary Fragmentation on the devolatilization rate even though it is obvious that the former could accelerate the latter. Hence size reduction due to fragmentation needs to be incorporated in models which deal with wood that fragments within the early stages of devolatilization.

REFERENCES

- [1] D.R. Sudhakar and A.K. Kolar, "Transient three-dimensional mathematical model and experimental investigation of a wet devolatilizing wood in a hot fluidized bed", *Energy & Fuels*, vol. 24, pp. 4820-4832, 2010.
- [2] T. Kita, H. Sigiya, and M. Horio, "Combustion characteristics of solid wastes in a fluidized bed", 28th IEA Fluidized bed combustion technical meeting, Kitayushu, 1994.
- [3] B. Ickner, K.M. Hansson, C. Tullin, A.V. Borodulya, V.I. Dikalenko, G.I. Palchonok, "Kinetics of fluidized bed combustion of wood pellets", Paper FBC99-0047, Proceedings of 15th International conference on fluidized bed combustion, Savannah, Georgia, 1999.
- [4] L.F.D. Diego, F.G. Labiano, A. Abad, P. Gayan, and J. Adanez, "Coupled drying and devolatilization of non-spherical wet pine wood particles in fluidized beds" *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 65, pp. 173-184, 2002 a.
- [5] L.F. de Diego, F.G. Labiano, A. Abad, P. Gayan, and J. Adanez, "Effect of moisture content on devolatilization times of pine wood particles in a fluidized bed", *Energy & Fuels*, vol. 17, pp. 285-290, 2003.

- [6] C.D. Blasi, and C. Branca, *"Temperatures of wood particles in a hot sand bed fluidized by nitrogen"*, Energy & Fuels, vol. 17, pp. 247-254, 2003.
- [7] R.R. Kumar, A.K. Kolar, and B. Leckner, *"Effect of fuel particle shape and size on devolatilization time of Casuarina wood"*, Science in Thermal and Chemical Biomass Conversion, Vancouver Island, Victoria BC, Canada, 2004.
- [8] X. Wang, S.R.A. Kersten, W. Prins, W.P.M. van Swaaij, *"Biomass pyrolysis in a fluidized reactor. Part 2: Experimental validation of model results"*, Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 44, pp. 8786-8795, 2005.
- [9] S. Rapagna and G.M.D. Ceslo, *"Devolatilization of wood particles in a hot fluidized bed: Product yields and conversion rates"*, Biomass and Bioenergy, vol. 32, pp. 1123-1129, 2008.
- [10] M. Sreekanth, R.R. Kumar, A.K. Kolar and B. Leckner, *"Estimation of wood char size at the end of devolatilization in a bubbling fluidized bed combustor"*, Fuel, vol. 87, pp. 3393-3402, 2008.
- [11] M. Sreekanth and A.K. Kolar, *"Mass loss and apparent kinetics of a thermally thick wood particle devolatilizing in a bubbling fluidized bed combustor"*, Fuel, vol. 89, pp. 1050-1055, 2010.
- [12] D.R. Sudhakar and A.K. Kolar, *"Experimental investigation of the effect of initial fuel particle shape, size and bed temperature on devolatilization of single wood particle in a hot fluidized bed"*, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, vol. 92, pp. 239-249, 2011.
- [13] F. Miccio and S. Russo, *"A study on the devolatilization of fuel pellets in fluidized bed"*, 35th Meeting of the Italian Section of the Combustion Institute, 2012.
- [14] F. Miccio, S. Russo, and N. Silvestri, *"Assessment of devolatilization behavior of fuel pellets in fluidized bed"* Fuel Processing Technology, vol. 115, pp. 122-129, 2013.
- [15] M. Sreekanth, *"Measurement of devolatilization time and transient shrinkage of a cylindrical wood particle in a bubbling fluidized bed combustor"*, International Journal of Mechanical Engineering and Technology, vol. 4, no. 3, pp. 244-258, 2013.
- [16] R. Reschmeier, D. Roveda, D. Muller and J. Karl, *"Pyrolysis kinetics of wood pellets in fluidized beds"*, Journal of Analytical and applied Pyrolysis, vol. 108, pp. 117-129, 2014.
- [17] G.M. Ceslo, S. Rapagna, M. Prisciandaro, and E.F. Zanoelo, *"Kinetics of pyrolysis of spherical wood particles in a fluidized bed"* Energy Conversion and Management, vol. 82, pp. 27-36, 2014.
- [18] D. Semino and L. Tognotti, *"Modelling and sensitivity analysis of pyrolysis of biomass particles in a fluidized bed"*, Computers in Chemical Engineering, vol. 22, pp. 699-702, 1998.
- [19] C. D. Blasi, *"Modelling of fast pyrolysis of cellulosic particles in fluid-bed reactors"* Chemical Engineering Science, vol. 55, pp. 5999-6013, 2000.
- [20] P. Grammelis, and E. Kakaraas, *"Biomass Combustion modeling in fluidized beds"*, Energy & Fuels, vol. 19, pp. 292-297, 2005.
- [21] J.J. Saastamoinen, *"Simplified model for calculation of devolatilization in fluidized beds"*, Fuel, vol. 85, pp. 2388-2395, 2006.
- [22] M. Sreekanth, A.K. Kolar, and B. Leckner, *"Transient thermal behaviour of a cylindrical wood particle during devolatilization in a bubbling fluidized bed combustor"*, Fuel Processing Technology, vol. 89, pp. 838-850, 2008 (c).
- [23] M. Sreekanth and A.K. Kolar, *"Progress of conversion in a wet cylindrical wood particle pyrolyzing in a hot fluidized bed"*, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, vol. 84, pp. 53-67, 2009.
- [24] R.D. Felice, G. Coppola, S. Rapagna, and N. Jand, *"Modeling of biomass devolatilization in a fluidized bed reactor"*, Canadian Journal of Chemical Engineering, vol. 77, pp. 325-332, 1999.
- [25] L.F. de Diego, F.G. Labiano, A. Abad, P. Gayan, and J. Adanez, *"Modeling of the devolatilization of nonspherical wet pine wood particles in fluidized bed"*, Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 41, pp. 3642-3650, 2002.
- [26] R. Chirone, and L. Massimilla, *"The application of Weibull theory to primary fragmentation of a coal during devolatilization"*, Powder Technology, vol. 57, pp. 197-212, 1989.
- [27] N. Jand, and P.U. Foscolo, *"Decomposition of wood particles in fluidized beds"*, Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 44, pp. 5079-5089, 2005.
- [28] S.R.A. Kersten, X. Wang, W. Prins, W.P.M. van Swaaij, *"Biomass pyrolysis in a fluidized reactor. Part 1: Literature review and model simulations"*, Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 44, pp. 8773-8785, 2005.
- [29] Z. Luo, S. Wang, and K. Cen, *"A model of wood flash pyrolysis in fluidized bed reactor"*, Renewable Energy, vol. 30, pp. 377-392, 2005.
- [30] R.R. Kumar, A.K. Kolar and B. Leckner, *"Shrinkage characteristics of casuarina wood during devolatilization in a fluidized bed combustor"*, Biomass and Bioenergy, vol. 30, pp. 153-165, 2006.
- [31] M. Sreekanth, D.R. Sudhakar, B.V.S.S.S. Prasad, A.K. Kolar and B. Leckner, *"Modelling and experimental investigation of devolatilizing wood in a fluidized bed combustor"*, Fuel, vol. 87, pp. 2698-2712, 2008.
- [32] D.R. Sudhakar and A.K. Kolar, *"Transient three-dimensional mathematical model and experimental investigation of a wet devolatilizing wood in a hot fluidized bed"*, Energy & Fuels, vol. 24, pp. 4820-4832, 2010.

- [33] C. Bu, B. Leckner, X. Chen, A.G. Barea, D. Liu and D. Pallares, *“Devolatilization of a single fuel particle in a fluidized bed under oxy-combustion conditions. Part B: Modeling and comparison with measurements”* Combustion and Flame, in press, 2014.
- [34] C. Bu, B. Leckner, X. Chen, D. Pallares, D. Liu and A.G. Barea, *“Devolatilization of a single fuel particle in a fluidized bed under oxy-combustion conditions. Part A: Experimental Results”*, Combustion and Flame, in press, 2014.

Application of electrical prospecting to lithological facies mapping in the Tselfat ridge, Morocco

M. Belabed¹, A. Benmohammadi¹, M. Boualoul², J. Oubbih³, and Z. Saltani¹

¹UFR ST11/DOC/K, Laboratoire Biotechnologie Environnement et Qualité,
Equipe Géosciences de l'Environnement, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kénitra, Morocco

²Equipe HydroGéophysique et Cartographie Numérique,
Université My Ismail Meknès, Morocco

³Laboratoire de Géoressources et environnement, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kénitra, 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: An electrical survey was carried out in the TSELFAT zone (SIDI KACEM - MOROCCO). The objective of the prospection was to trace the top of sandy limestone and limestone formations from the Miocene age. These materials could be used as raw material for cement manufacture if they were present in sufficient quantities. The results of the geophysical soundings show the succession of layers with resistivity ranging from 50 to 1300 $\Omega \cdot m$ and thickness from 0.5 to 80 m. Considering the geological context, the sandy limestone and limestone layers at the study site are very interesting because they can establish a reserve of raw material.

KEYWORDS: Tselfat, raw material, electrical geophysics, sandy limestone and limestone, Miocene, reserve.

1 INTRODUCTION

This work is part of collaboration with the Project leader to build a cement factory in order to answer questions related to the quantity and quality of the deposit. We proposed a geophysical study to demonstrate the continuity of Miocene geomaterials (limestone and sandy-limestone) in depth, and to determine the possible thicknesses for each formation and discontinuities and abnormal contacts.

2 GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL CONTEXT

2.1 GEOGRAPHICAL LOCATION

The study area is located in the commune of Zegotta, Province of Sidi Kacem, which is part of the region of Gharb Charda-BeniHssen. It is accessible by the national road N°4 connecting Kénitra to Fes through Sidi Kacem. (Fig.1).

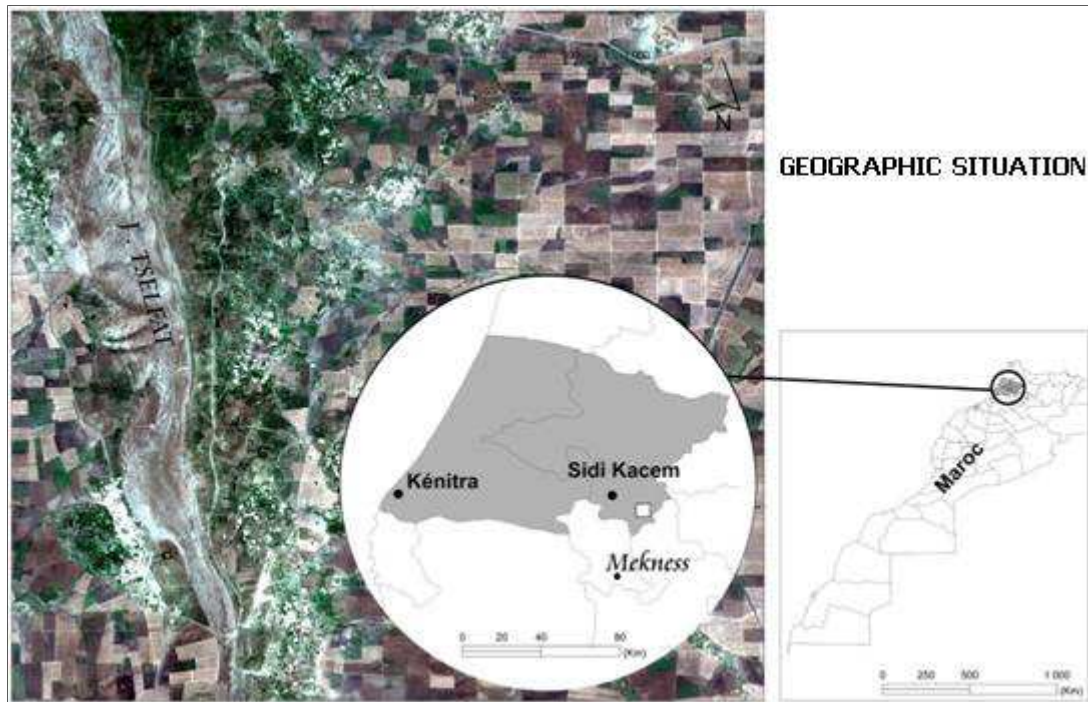


Figure 1: location of the study area

2.2 GEOLOGICAL SETTING

The studied area is located at the “Tselfat ridge”, one of the “sud-rifaines Ridges”. The latter are located at the southern edge of the Rifian chain and are known for their particular geological history. They are bounded by the Sebou River to the east, the plain of Gharb and Zemmour region to the west, and the Saïs basin to the south (FAUGERES 1978). The “Tselfat ridge” corresponds to one of the two lines of the northern branch of the southeastern Rif arc. It includes the Tselfat mountain in the North and the BouKanfoud mountain in the South, which are separated by the Zagotta pass through which the National Road N° 4 (fig. 2).

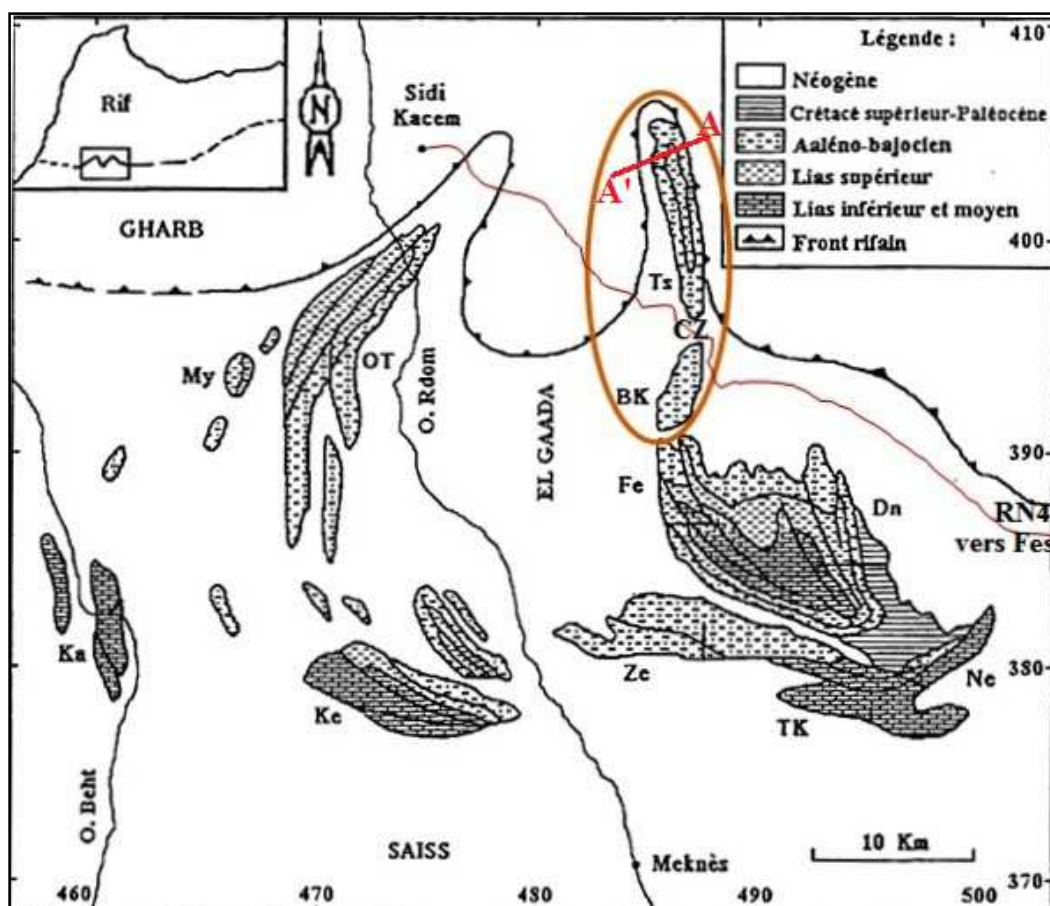


Figure 2: Geological location of the "Tselfat ride" (HADDAOUI, 2000)

Eastern south-riffian lines: CZ : Zegota Pass, BK : Bou Kanfoud, Dn : Dehar En-Nsour, Fe : Fert El Bir, Ne : Nesrani, TK : Tekerma-Kannoufa, Ts : Tselfat, Ze : Zerhoun. **AA' :** geological section. **Western south-Riffian lines:** Ba : Jbel Balaas, Bz : Koudia Bou Azzouf, Ka : El Kansera, Ke : Kefs, My : Moulay Yacoub El Hamma, No : Nouillat, Ot : Outita.

The age of the Tselfat mountain formations extends from Jurassic to Late Miocene (fig.3).

The Jurassic series includes four different formations (from bottom to top):

- Marls and gray limestone-marl (Early Toarcien, 100 m), (Formation 1)
- Sandy limestone-marl (Toarcien - Aalenien, 80 m), (Formation 2)
- Sandy limestone-marl with *Cancellophycus* (Early Bajocien, 30 m) (Formation 3)
- Marls and white limestone-marl (Bajocien, 100 m). (Formation 4) (FAUGERES, 1978; EL-MOURABET, 1996; HADDAOUI 2000; Notes and memories N°431, 2004)

The Miocene series is transgressive and slightly discordant on the Jurassic deposits. It consists of (from bottom to top):

- The lower calcareous (or Limestone) sandstone (Lower Molasse).
- The sandstone or/and brecciated red clay (continental Miocene).
- The upper Calcareous (or limestone) sandstone (Upper Molasse).
- The pelagics white marl. HADDAOUI 2000 and FAUGERES 1978.

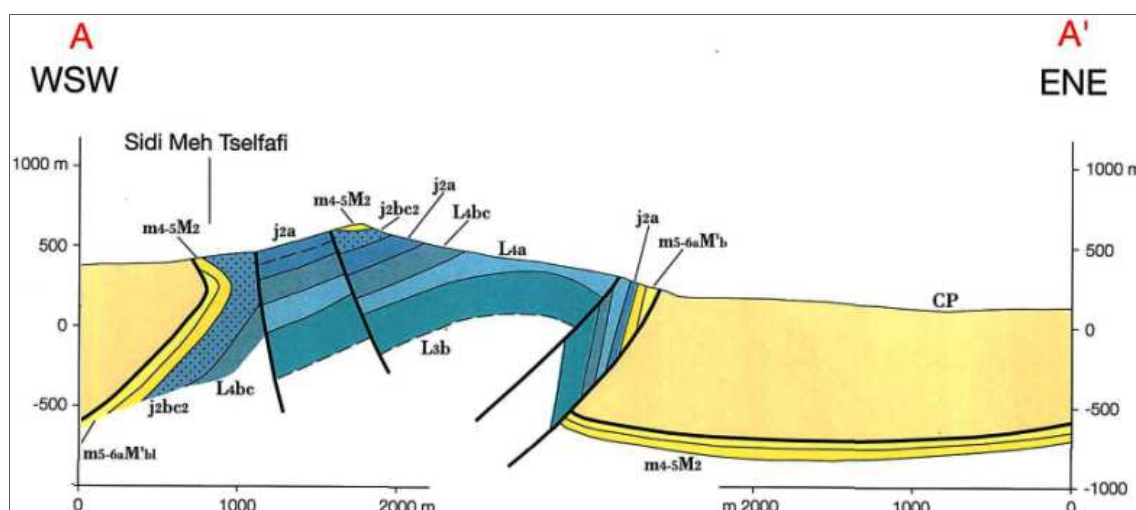


Figure 3: geological section AA'. (Geological services of Morocco, geologic map of SIDI KACEM 1/5000, Edition 2004)

Cp: pre-riffain complex, m4-5M2: Bioclastic Limestone slightly sandy (Late Miocene). m5-6aM'bl: Marls and white limestone-marl with sandy intercalations (Late Tortonian, late Messinian). j2bc2: Marls and white limestone-marl (Early Bajocian). j2a: Irregular alternation of sandy limestones benches and gray micaceous marl (Early Bajocian). L4bc: Marl slightly sandy with thin marly limestone intercalations (Toarcian and late Toarcian). L4a: Marls (Early Toarcian). L3b: dolomite and limestone (Early Domerian)

The lower calcareous sandstones are related to the beginning of Miocene transgression during which a clastic platform had settled down and was observed in the lines of Dhar-En-N'Sour, Tselfat and MoulayYacoub El Hamma which collect less and less terrigenous contributions. However, upper calcareous sandstone and white marls are generally uniform and they are spread throughout the entire region. They bear witness to a lake environment, which is the seat of the Miocene continental sedimentation. HADDAOUI, 2000; BARGACH, 2011

From the structural point of view, the zone of the south Riffian lines was the object of several interpretations:

- It is the result of structures under compression taken between two systems of combined slips NE-SW to the right and also to the left WNW-ESE, associated with diapiric movements (FAUGÈRES, 1978).
- It is the result of the unsticking of the meso-cenozoic sedimentary prism towards the SW during the late Miocene under compressive tectonic pressures in the general direction ENE-WSW, in relation to Mediterranean convergence. (HADDAOUI, 2000).
- The Tselfat line corresponds to a developing structure shooting upwards between two important overlapping faults and towards opposite vergencies: the principal overlap verging towards the west and the Tselfat retro-overlap verging towards the east. (FAUGÈRES, 1978; EL-MOURABET, 1996).
- The geometry of the general structure of the Tselfat Line reflects a propagation fold that became complicated as it evolved into a rupture fold. The structuring is assured by the combined action of the operation of a main detachment towards the west at the Trias level and a retro-overlap with vergence towards the east. This combined, complex, and antagonistic action is essentially favored by the influence of Jurassic accident geometry of Tselfat-BouKanfoud and by the dejective tectonic style of the general structure of the TselfatLine. (FAUGÈRES, 1978; EL-MOURABET, 1996).

3 ACQUISITION AND INTERPRETATION OF THE RESULTS

We used the geo-electric prospection, in particular vertical electrical sounding (VES) with the Wenner-Schlumberger device. This device includes two circuits: an emission circuit between points A and B and a reception circuit between points M and N close to the center of the device. We carried out in the same point a series of measures by increasing gradually the length of the quadripole. We exploring this place an increasingly thick slice of basement and thus we used as evidence the geological changes following the vertical line.

Visible resistivity measures were acquired using a resistivimeter GTR-2 of GEOTRADE-INSTRUMENTS. To cover the site study area, twenty-one soundings, directed N-S, were performed (fig. 4).

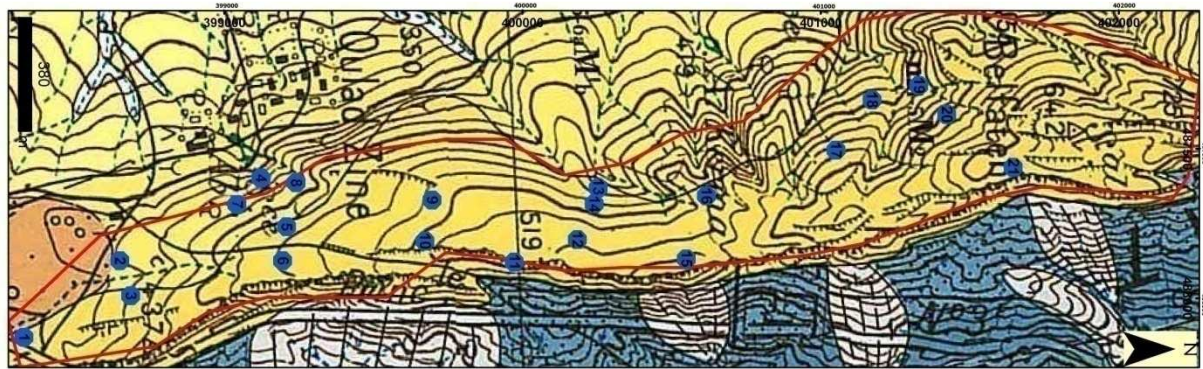


Fig 4: localization of the electric soundings on the site of study

Measurement results are presented as fact sheets, including information related to the sounding (Fig.5)

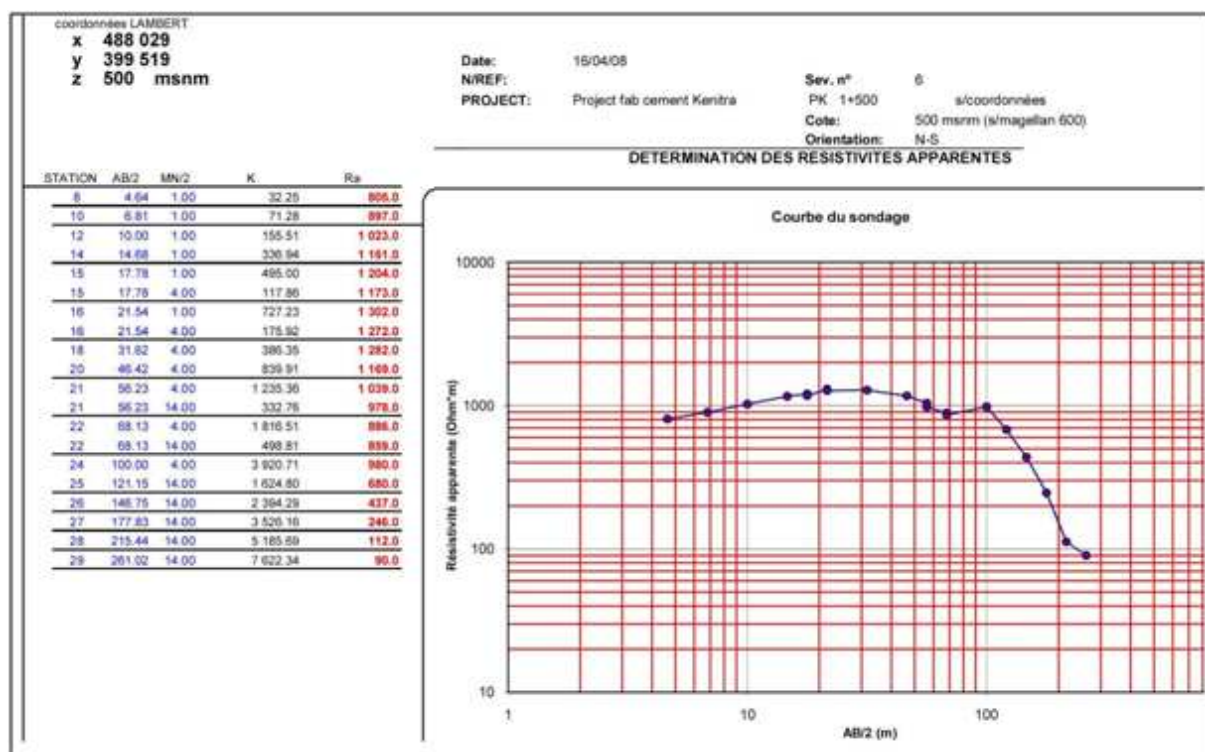


Fig. 5: Example of sounding sheet

The soundings interpretation was undertaken manually using charts and automatically using the software WinSev-6. Thus, inversion allows building a theoretical terrain Model explaining the resistivity values measured at the surface. This model is characterized by the number of layers, the thickness and the “true” resistivity of each layer (table 1).

Table 1: Substratum depth at realized soundings

VES	depth. Substratum (m)
VES1	60
VES2	110
VES3	80
VES4	88
VES5	50
VES6	41
VES7	90
VES8	85
VES9	100
VES10	40
VES11	50
VES12	65
VES13	80
VES14	85
VES15	80
VES16	+110
VES17	90
VES18	80
VES19	80
VES20	70
VES21	50

In general, the soundings end with a relatively conductive substratum (55 to 90 ohm.m) probably corresponding to the Bajocian marno-calcaires. The top of this conductive substratum is deep in the western part of the ridge where it could reach 110m deep (VES 2 and 16), whereas its depth progressively decreases toward the eastern limit of the studied area.

This thick substratum (>100m) is overlain by a less resistant group. Its variable thickness increases from the eastern part to the western part of the studied area. The analysis of this group shows that it is made by two different levels:

- The first level, overlaying directly the Bajocian formation, is very resistant and slightly thick ($400 \text{ Ohm} \cdot \text{m} < R$, $15\text{m} < Ep < 30\text{m}$) and could correspond to the Upper Miocene massive limestone.
- The second level, slightly resistant and thick ($150 \text{ Ohm} \cdot \text{m} < Ra < 200 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$, $8\text{m} < Ep < 80\text{m}$) correspond to the Upper Miocene sandy limestone.

The thickness lateral differences between layers as observed in the majority of the soundings (Table 1) is due to the conjugated effects of tectonics and erosion experienced by the "rides sud-rifaines" since the Upper Miocene. Thus, the layers are oriented NNE-SSO with a westward dip ranging from 15 to 25°. The erosion effects are more important toward the eastern part (Fig. 6 and table 1).

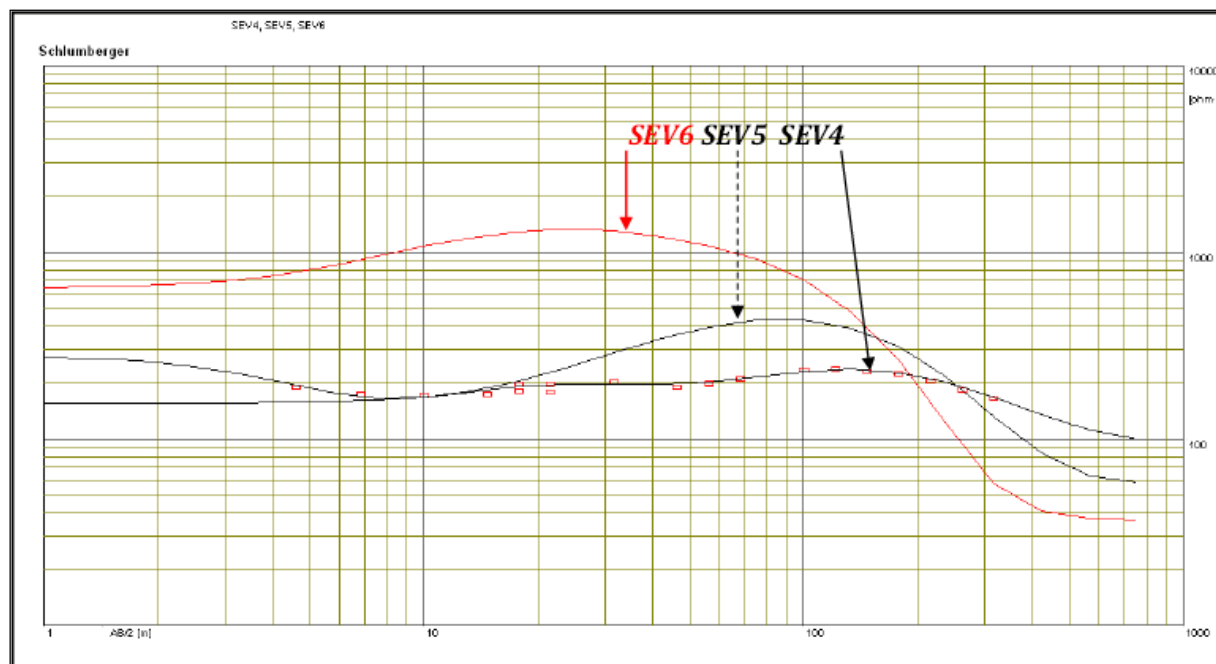


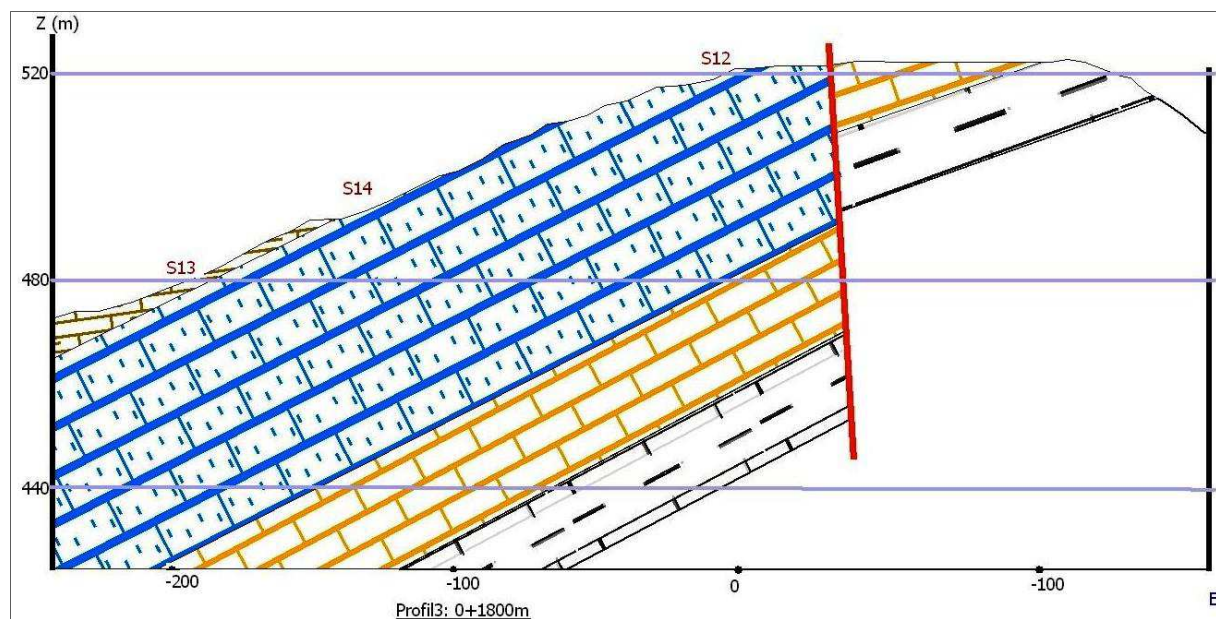
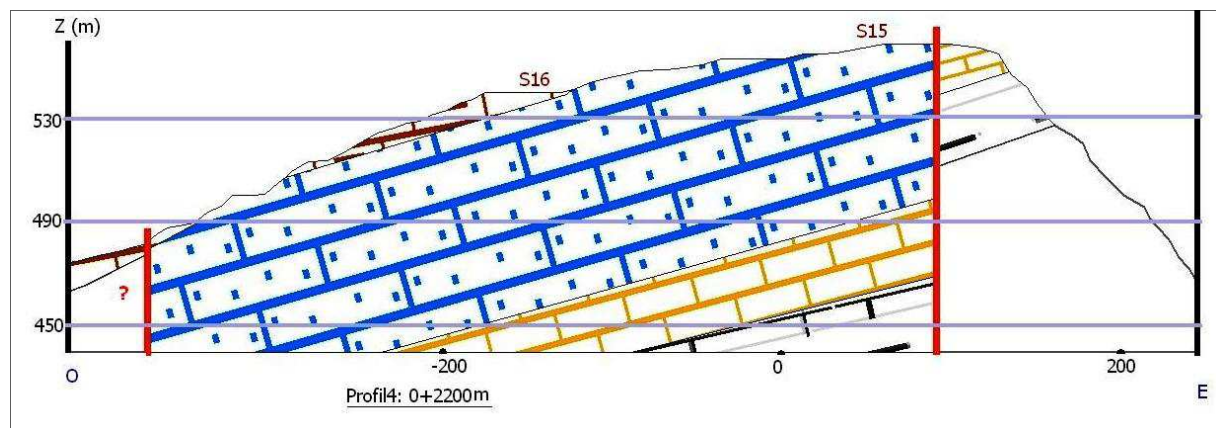
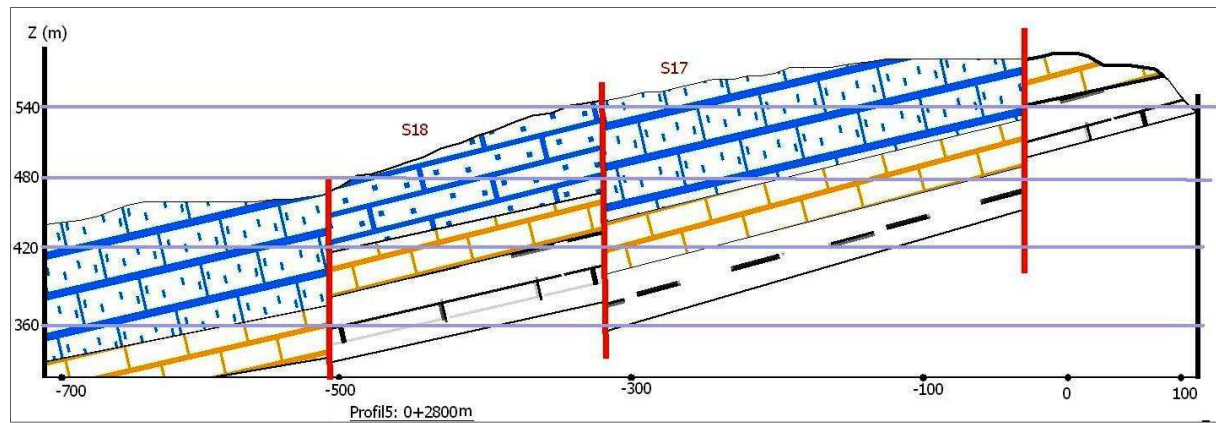
Fig. 6: Curves of the soundings 4, 5 and 6

Table 1 : Comparaison between aligned soundings

VES	depth. Substratum m	depth. resistant principal m	thickness m	Resistivity Ωm
VES4	88	28	60	433
VES5	50	13	37	1100
VES6	41	6	35	1335-2050

The fact that the litho-stratigraphic succession is E-W oriented (monocline structure) and the important faults affecting the Jbel Tselfat are N-S oriented, we undertook a correlation between soundings aligned along the E-W direction.

The result is presented as an E-W cross section or transverse profiles showing simultaneously the vertical and lateral variability of material. (Fig.7)



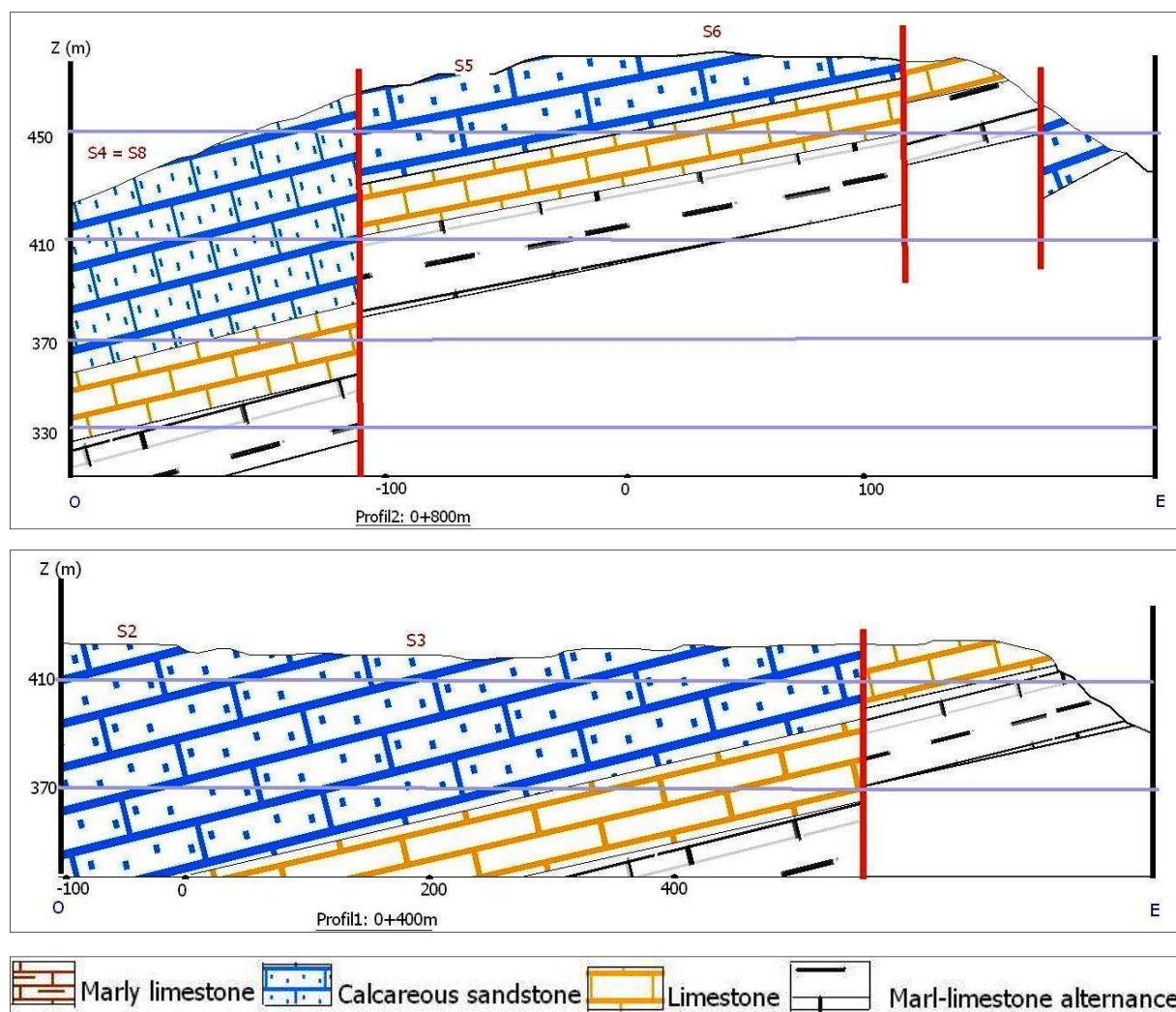


Fig. 7: Cross sections after correlation.

Associated to the previous works on the “rides sud-rifaines”, the obtained geoelectrical results allowed us to construct a lithological facies map of the studied area (fig. 8).

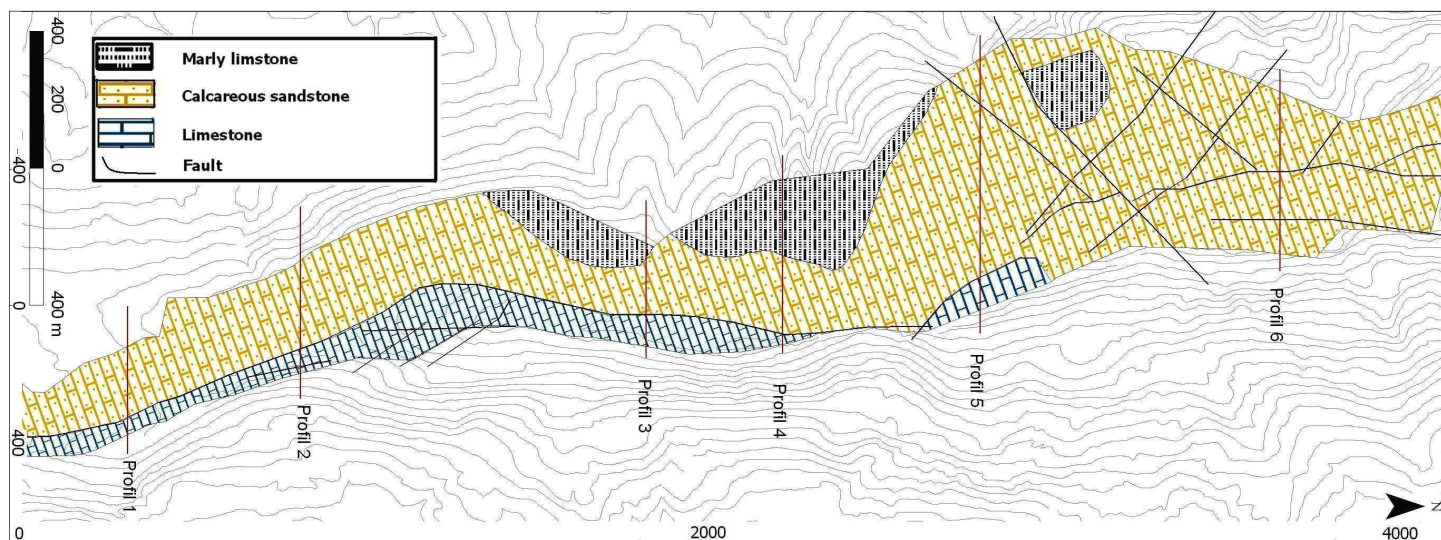


Fig. 8: Lithological facies map of the deposit

4 CONCLUSION

This study allowed us to highlight the role of the brittle tectonic that affected the Tselfat serie and brought up limestones and sandy limestones inside an overlapping serie made by marls (Olistolites marls and Pre-rifain Complex). The calculated thicknesses of these deposits emphasize their continuation in depth and make them a good geo-materials deposit with sufficient quantities to be exploited.

A next paper will deal with the geochemical patterns of this deposit.

REFERENCES

- [1] BARGACH K. (2004): Recent Tectonic Deformations and Stresses in the Frontal Part of the Rif cordillera and the Saiss Basin (Fes and Rabat Regions, Morocco)
- [2] BARGACH K. (2011) : Les déformations plio-quaternaires dans la partie frontale de la chaîne du Rif (Rides pré-rifaines, et bassin du Saïs) un exemple de la tectonique en coins expulsés.
- [3] EL MOURABET (1996) : Évolution structurale du Prérif occidental et des bassins de Saiss et du Gharb du Trias au Néogène basée sur les données de subsurface (Sismique réflexion et Gravimétrie). Thèse de 3ème cycle.
- [4] FAUGERES (1978) : Les Rides Sud-Rifaines. Evolution sédimentaire et Structurale d'un bassin atlantico-mésogéen de la marge africaine.
- [5] HADDAOUI Z. (2000) : Influence de la géométrie d'un bassin Jurassique sur la propagation des chevauchements néogènes: Géodynamique méso-cénozoïque des rides sud-rifaines (Maroc). Modélisation géométrique et numérique, thèse d'état Université Mohammed V, Rabat.
- [6] Geological services of Morocco, Carte géologique de SIDI KACEM 1/50000, Edition 2004.

Détermination de la prévalence des Infections du site opératoire chez les opérés de l'hôpital Mohamed V de Meknès

[Determining the prevalence of Surgical Site Infections of operated patients in Mohamed V hospital in Meknes]

Jawad BOUZID^{1,2}, Abdelaziz BOUHLAL¹, Abdelkader CHAHLAOU¹, Salma AABABOU², Mouna AARAB², and Ikram JARI²

¹Equipe Gestion et valorisation des ressources naturelles, Laboratoire Santé et environnement,
Faculté des sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, Meknès, Morocco

²Institut Supérieur des Professions Infirmières et Techniques de Santé Fès/annexe Meknès, 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 care-associated infections (CAI) are a public health problem. WHO showed that 8.7 % of hospital were affected by CAI. In Morocco in 1994, the prevalence of CAI was 10% in regional hospitals. The surgical site infections (SSI) are the most common complication of surgery. This is due to several factors related to the person, staff, the environment and the organization of care. The study aims to determine the prevalence and factors of Surgical Site Infections at the Regional Hospital of Meknes. This is a descriptive cross-sectional study conducted by a team previously formed using a plug which is filled in front of 111 patients ; and a questionnaire administered to 20 nurses of surgery service. The prevalence of SSI is 16 %. Diabetics are exposed to five times more likely to develop an SSI. Age is not a risk factor even the slice of more than 50 years accounted for 33 % of SSI cases. Over three years, less than 50 % of staff trained in hospital hygiene.

KEYWORDS: Prevalence, Infection, Surgical operations, Hospital, Regional.

RESUME: Les Infections Associées aux Soins (IAS) constituent un problème de santé publique. 8,7 % des hospitalisés étaient touchés par une IAS (OMS). Au Maroc, 10% sont touchés au niveau des hôpitaux régionaux. Les Infections du Site Opératoire (ISO) constituent la complication la plus fréquente de la chirurgie par plusieurs facteurs liés à la personne, au personnel, à l'environnement et l'organisation des soins. Notre étude vise à :

- déterminer la prévalence des ISO au Centre Hospitalier Régional (CHR) de Meknès.
- analyser la relation entre les ISO et six facteurs.

Il s'agit d'une enquête menée par une équipe formée, et par le biais d'une fiche remplie au pied de 111 opérés et un questionnaire administré aux 20 infirmiers. L'analyse est effectuée par des mesures de risque et d'association entre l'apparition d'une ISO et les facteurs à l'aide du test du Khi deux ; cette association sera acceptée si la probabilité d'erreur est inférieure à 5%.

La prévalence est à 16%. Les diabétiques opérés sont exposés cinq fois plus que les autres au risque de développer une ISO. Les tests statistiques ont montré qu'il n'y a pas d'association significative entre l'âge et le sexe d'une part et l'apparition d'une ISO d'autre part, qu'on peut accepter l'association entre le niveau d'instruction et les ISO, que le risque chez les malades avec antécédents et celui du service de traumatologie sont élevés. Sur trois ans, la moitié du personnel a bénéficié d'une formation continue en hygiène hospitalière.

MOTS-CLEFS: Prévalence, Infection, Opérations chirurgicales, Hôpital, Régional.

1 INTRODUCTION

Les infections associées aux soins (IAS) sont d'importantes causes de morbidité et de mortalité dans le monde [1] nécessitant un haut niveau de prévention [2]. Elles constituent une cause majeure de complications des soins, avec comme impact considérable sur la personne par l'aggravation de l'état de santé, sur l'établissement et sur les dépenses de santé [3] et [4]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 1.4 million de personnes dans le monde en souffrent [5] [6] et [7]. Leurs facteurs de risque sont multiples : liés aux patients, liés à l'environnement et ceux liés aux pratiques médicales.).

Ceci a suscité le gouvernement marocain a intégré, dans le plan d'action santé 2008-2012, une action qui est « l'Action 28 : Mettre en place dans tous les hôpitaux publics un système de contrôle de ces IAS ».

L'infection du site opératoire (ISO) représente l'une des principales IAS ; en effet, en France, l'enquête nationale de prévalence 2006 a conclu que les ISO représentent en fréquence la troisième infection associée aux soins avec une prévalence de 0,76 %, représentant 14,2 % des IAS [8].

Le risque de contracter une ISO est très variable et dépend du type d'intervention [9] et de l'évolution des pratiques invasives et du patient lui-même [10]. Les facteurs favorisant l'ISO sont nombreux tels l'âge extrême (avant 1 an et après 75 ans), quelques maladies associées surtout le diabète, la prise de certains médicaments (traitement prolongé par les corticoïdes, traitement antibiotique prolongé avant l'intervention) et des facteurs liés à l'intervention elle-même (Type, nature et durée d'intervention), des facteurs inhérents au personnel tels que le respect des règles d'asepsie, le lavage des mains, la préparation de la peau, l'entretien du bloc, le nombre de personnes présentes au bloc... [11]

L'objectif de notre travail est de déterminer la prévalence des ISO et de l'étudier par rapport à sept de ses facteurs favorisant de l'hôpital Mohamed V de Meknès qui est le plus important établissement hospitalier de la région Meknès/Tafilalet.

2 MATÉRIEL

C'est une étude de type transversale à visée descriptive.

La population cible de l'étude est constituée de deux catégories :

- a) Tous les opérés hospitalisés (111 malades)
- b) Les infirmiers exerçants dans les sept services de chirurgie (20 infirmiers).

Il s'agit d'une étude qui a été réalisée au niveau du centre hospitalier régional (CHR) de Meknès. La définition retenue pour une ISO est celle la plus classique c'est-à-dire toute infection située au niveau d'une incision chirurgicale (sur ou sous la peau) et survenant dans les 30 jours après l'intervention. Le diagnostic est clinique et a reposé sur les critères suivants, parmi lesquels au moins un est requis:

- Le pansement est mouillé par un liquide purulent provenant de la plaie ou d'un drain,
- Le chirurgien ré ouvre la plaie car elle présente des signes d'infection
- Le diagnostic d'ISO est posé par le chirurgien.
- La présence d'une douleur ou une sensibilité locale associée à une température supérieure ou égale 38,5°C
- L'examen direct révèle qu'il y a abcédation ou autres signes d'infection

Les facteurs étudiés sont répartis comme suit :

- Cinq liés à la personne (présence de diabète, âge, sexe, niveau d'instruction et la présence d'antécédents médicaux ou chirurgicaux),
- Un facteur lié au lieu (service) et
- Un facteur lié à la prise en charge (Rang de pansement : 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}...). L'analyse est effectuée par les mesures de prévalence et les rapports de prévalence entre les facteurs d'une part et l'apparition d'une ISO d'autre part et à l'aide du test du Khi deux, cette association sera acceptée si la probabilité de se tromper est inférieure à 5%.

Le lieu d'étude étant les sept services de chirurgie qui sont : la chirurgie A, chirurgie B1, chirurgie B2, chirurgie Infantile, chirurgie traumatologique, neurochirurgie, chirurgie plastique. C'est un hôpital dont l'architecture est rayonnante avec quatre pavillons (12). Il est de type vertical à neuf niveaux : cinq étages, un Rez de Chaussée et trois Sous-sols. Il est à vocation régionale et offre des prestations de diagnostic et de soins spécialisés dans 22 disciplines, sa capacité litière fonctionnelle est de 373 en 2011 selon la Direction Régionale de la Santé Meknès/Tafilalet [12]. Il est ouvert à la population de Meknès/Tafilalt (plus de 02 millions d'habitants) et situé en pleine ville (figure 1).



Figure 1 : Géolocalisation de l'Hôpital Mohamed V de Meknès

Deux outils de recherche étaient utilisés : d'abord une fiche (annexe n°1) de collecte de données ayant été remplie au pied des opérés ; ensuite un questionnaire (annexe n° 2) ayant été administré aux infirmiers des services de chirurgie.

L'enquête est réalisée par une équipe de cinq personnes (formées préalablement) et sur deux jours pour couvrir tous les services de chirurgie. Les principes éthiques suivants ont été respectés :

- L'autorisation ; l'enquête n'a démarré qu'après autorisation de la direction régionale de la santé à la région Meknès Tafilalet.
- L'anonymat est garanti puisque les identités aussi bien des opérés que des infirmiers ayant participé ont été remplacées par des codes (annexes 1 et 2)
- Aucune manipulation ni expérimentation n'a été réalisée sur les malades
- Le principe d'autodétermination a été respecté car tous les infirmiers ont été avisés qu'ils sont libres de participer ou non.

L'analyse des données a été réalisée avec Microsoft office Excel 2007

3 RESULTATS

3.1 MESURE DE LA PRÉVALENCE

	ISO	Pas d'ISO	Total
Effectif	18	93	111

D'après ce tableau, on peut calculer la prévalence P :

$$P = \frac{\text{effectif d'ISO}}{\text{Effectif total}} = \frac{18}{111} = 0,16 \quad \text{soit } P = 16\%$$

3.2 MESURE DES RAPPORTS DE PRÉVALENCE

3.2.1 DIABÈTE

A la lumière du tableau 1 on peut calculer la prévalence chez les diabétiques (Pd) et chez les non diabétiques (Pnd) d'avoir une ISO est de :

$$Pd = \frac{a}{n1} = \frac{8}{16} = 0,50 \quad Pnd = \frac{c}{n2} = \frac{10}{95} = 0,10$$

$$\text{Soit un rapport de prévalence de (RP) de : } RP = \frac{Rd}{Rnd} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

Donc les diabétiques opérés sont exposés cinq (05) fois plus que les autres au risque de développer une ISO (Rapport de prévalence RP=5). Le KHI deux est égal à 15,70 qui est supérieur au KHI deux théorique à 5% (3,84) et au KHI deux à 1% (6,63). L'association entre le diabète et les ISO est donc confirmée avec moins de 1% de chance de se tromper.

3.2.2 AGE

D'après ce tableau, on remarque que les personnes âgées de plus de 50 ans ont un risque plus élevé de développer une ISO que les autres tranches d'âge. Cependant le calcul du Khi deux au degré de liberté (ddl) 4 qui est égal à $\chi^2 = 0,623$ est inférieur au Khi deux théorique à ddl 4 et à 5% (9,488). Ce qui montre qu'il n'y a pas d'association statistiquement significative entre l'âge et l'apparition d'une ISO et que le rapport de risque observé à l'étape descriptive n'est que l'effet du hasard.

3.2.3 SEXE

Puisque le risque chez les masculins est égal à celui chez les personnes de sexe féminin, alors on peut conclure que le sexe n'est pas associé au développement d'une ISO

3.2.4 NIVEAU D'INSTRUCTION DES OPÉRÉS

Puisque les chiffres sont inférieurs à cinq, nous avons redistribué les individus sur deux catégories (Néant/primaire et secondaire/universitaire)

	ISO	Pas d'ISO	Total
Niveau d'instruction			
Néant et I ^{aire}	11	82	93
I ^{aire} et Universitaire	7	11	18
Total	18	93	111

D'après le tableau, les personnes de la catégorie "niveau d'instruction secondaire ou universitaire" ont un risque plus élevé de développer une ISO que l'autre catégorie "néant ou primaire". Afin de confirmer ceci, nous avons utilisé le khi deux qui est égal dans ce cas à ddl2 $\chi^2 = 8,128$ qui est supérieur au khi deux théorique $\chi^2 = 3,841$ à ddl1 et à $p=5\%$ mais inférieur à celui correspondant à ddl1 et $p=1\%$ qui est de $\chi^2 = 6,635$. Par conséquent, on peut accepter l'association entre le niveau d'instruction et l'apparition d'une ISO avec moins de 1% de chance de se tromper.

3.2.5 ANTÉCÉDENTS MÉDICAUX OU CHIRURGICAUX CHEZ LE MALADE

On remarque que le risque de développer une ISO chez les malades sans antécédents est plus faible que celui chez ceux avec des antécédents chirurgicaux qui est lui-même plus faible que celui chez les opérés avec antécédents médicaux. Le calcul du Khi deux ($\chi^2 = 20,0190$) a permis de montrer le lien statistique entre les antécédents en tant que facteur de risque et l'ISO en tant que phénomène de santé puisque ce χ^2 est supérieur à celui théorique à ddl 2 et à 5% (5,991), il est aussi supérieur à celui à ddl 2 à 1% (9,210). Donc, il y a une association statistiquement significative entre l'apparition d'une ISO et la notion d'antécédents médicaux ou chirurgicaux chez l'opéré.

3.2.6 LIEU DE PRISE EN CHARGE (SERVICE)

On remarque une variation importante du risque d'ISO en fonction du service où le malade est pris en charge (tableau 5). Ce risque est plus élevé au service de traumatologie (25%) et au service de la chirurgie plastique/brûlés (20%).

L'apparition d'une ISO serait-elle associée au lieu de prise en charge (service). Pour vérifier cette hypothèse, nous avons analysé cette situation à travers le test du khi deux. Le $\chi^2 = 2,291$ est largement inférieur au χ^2 théorique à ddl 6 et à 5% qui est de 12,592. En conclusion, malgré la différence de risque observée dans l'étape descriptive, de point de vue statistique, cette différence n'est pas significative ; elle est l'effet du hasard.

Sur trois ans, à peu près la moitié du personnel qui a bénéficié d'une formation continue en hygiène hospitalière (50%) au centre hospitalier régional de Meknès.

3.2.7 PRÉVALENCE DES ISO EN FONCTION DU RANG DU PANSEMENT

On remarque sur les figures 3 et 4 que la courbe d'évolution des ISO a une forme de cloche avec un pic au 3ème changement de pansement aussi bien pour les pansements de la plaie opératoire que pour la plaie des drains. Cette courbe a la même allure chez les diabétiques et chez les non diabétiques.

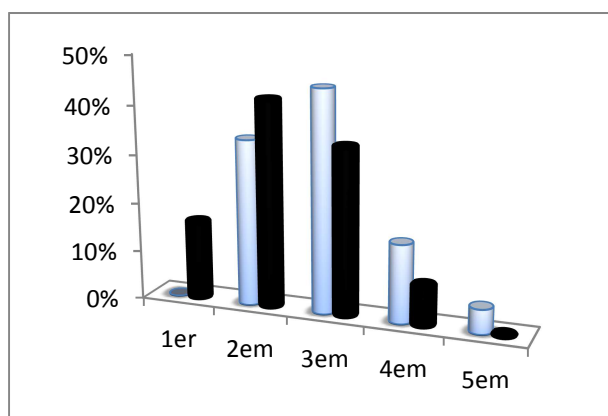


Figure 3 : Evolution des ISO chez les diabétiques en fonction du rang du pansement

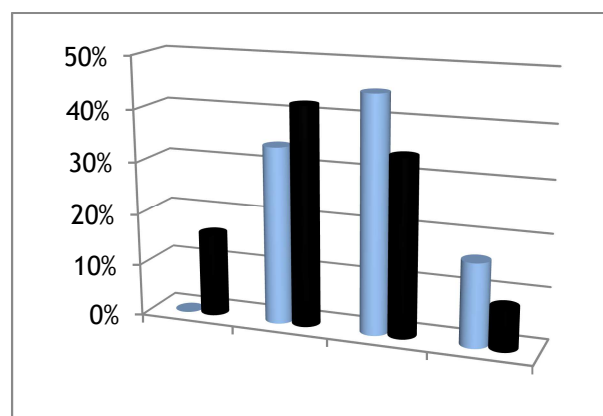
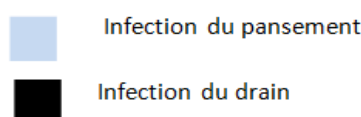
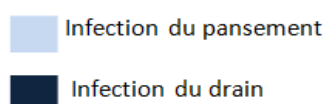


Figure 4 : Evolution des ISO chez les non diabétiques en fonction du rang du pansement

Légende de la figure 3 :



Légende de la Figure 4 :



4 DISCUSSION

La prévalence des ISO à l'hôpital Mohamed V de Meknès est de 16%. On remarque aussi une variation importante de cette prévalence en fonction du service, elle est plus élevée au service de traumatologie (25%); Alors qu'en 2008, elle était de 4.9 % au niveau CHU Rabat [13]. Cette prévalence est de 22,8 l'hôpital zone Ouidah au Bénin [14] alors qu'en France la prévalence des infections nosocomiales est de 5,1 dont 16,3% sont des ISO [15].

Les diabétiques opérés sont exposés cinq (05) fois plus que les autres au risque de développer une ISO (Rapport de prévalence $RP=5$). L'association entre les ISO et le diabète est donc confirmée avec un risque de se tromper de moins de 1%. Une étude a confirmé que le diabète est un facteur de risque préopératoire significatif pour développer une ISO [16]. Alors que Richards JE et all ont conclu que l'hyperglycémie est un facteur neutre pour les trente jours postopératoires pour l'infection chez les patients de traumatologie orthopédique [17]

Notre étude a conclu qu'il n'y a pas d'association statistiquement significative entre l'âge et l'apparition d'une ISO. En France 6,4% des personnes de la tranche d'âge de 65 à 85 ans sont affectées par une ISO [15]. La relation entre l'âge avancé et le risque d'ISO est fragile avant 65 et à partir de 65 ans le risque diminue [18]

Sur trois ans, la moitié du personnel n'a pas bénéficié d'une formation continue en hygiène hospitalière (50%) ce qui est presque conforme à la situation à rabat puisque 48 % des infirmiers n'ont pas reçu de formation [19]. Une enquête effectuée à l'hôpital Principal de Dakar a montré que 52,2% du personnel ont été formés en matière d'hygiène [20]. Ce qui semble très insuffisant pour l'amélioration de la qualité des soins. Une proportion importante des ISO pourraient être réduite par la bonne application des mesures de lutte et de prévention de l'infection associée aux soins. En effet, aux Etats Unis d'Amérique, la mise en place de programmes de surveillance et de contrôle des infections a été fortement associée à une réduction des taux d'infection de la plaie chirurgicale de 32% [21]

5 CONCLUSION

Ces résultats montrent que la prévalence des infections du site opératoire reste élevée surtout pour les opérés diabétiques d'où la nécessité de la mise en place d'un système basé essentiellement sur la prévention des infections associées aux soins en générale et plus particulièrement l'infection du site opératoire chez les opérés. Ce système doit intégrer des actions orientées vers tous les facteurs de risque identifiés.

REMERCIEMENTS

Docteur Mostapha AKKAOU: Médecin réanimateur et président du Comité de lutte contre les infections nosocomiales (CLIN) au Centre Hospitalier Régional de Meknès

Docteur Nour Eddine SAYDI: Chirurgien chef du Bloc Opératoire

Docteur Mohamed MAOULOUA : Biologiste au laboratoire d'analyses médicales du Centre Hospitalier Régional de Meknès

CONFLIT D'INTERET : aucun

RÉFÉRENCES

- [1] Comité technique national des infections nosocomiales. *100 recommandations pour la surveillance et la prévention des infections nosocomiales*. s.l. : Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, Secrétariat d'Etat à la Santé et à l'action sociale, 1999, 2ème édition.
- [2] Linus K.Ndegwa, Mark A.Katz, Kelly McCormick, Z.Nganga, Ann Mungai, Gideon Emukule, M.K.H.M. Kolmann, Lilian Mayieka, J.Otieno, Robert F. Breiman, Joshua A. Mott, Katherine Elligson. Surveillance for respiratory health care-associated infections among inpatients in 3 kenyan hospitals. *American Journal of Infection Control*. september 2014, Vol. 42, 9, pp. 985-990.
- [3] K. El Rhazi, S. Elfakir, M. Berraho, N. Tachfouti, Z. Serhier, C. Kanjaa et C. Nejari. Prévalence et facteurs de risque des infections nosocomiales au CHU Hassan II de Fès. *Revue de Santé de la Méditerranée orientale*. 2007, Vol. 13, 1.
- [4] Aubry, Sylvie. Origines et conséquences des infections nosocomiales. [En ligne] 2012. Doi : AIDS01-2012-26-133-1166-3413-101019-201107281.
- [5] TIKHOMIROV. WHO programme for the control of hospital infections. *Chemioterapia*. Jun 1987, Vol. 6, 3, pp. 148-51.
- [6] Dridi.E, Chetoui.A et Zaoui.A. Prévalence de l'infection nosocomiale dans un hôpital régional tunisien. *Santé Publique*. 2006, Vol. 18, pp. 187-194.
- [7] OMS. Un soin propre est un soin plus sûr. 2014.
- [8] Pittet, Didier. Prevalence and risk factors for nosocomial infections in four university hospitals in Switzerland. *Infection control and hospital epidemiology*. 1999, 20, pp. 37-42.
- [9] Troillet, Nicolas, et al., et al. La fréquence des infections nosocomiales, comme indicateur de la qualité des soins. Infections nosocomiales et hygiène hospitalière : aspects actuels. Swiss - NOSO. Mars 2001, Vol. 8, 1.
- [10] Astragneau, pascal. Épidémiologie des infections nosocomiales. *Rev Prat*. 1998, Vol. 48, 1525-9.
- [11] Razine, Rachid, et al., et al. Prevalence of hospital-acquired infections in the university medical center of Rabat, Morocco. *Int Arch Med*. 2 Octobre 2012, Vol. 5, 26.
- [12] Institut de Veille Sanitaire. Enquête de prévalence nationale des infections nosocomiales en France en 2006. *Bull Epidemiol Hebd*. 2007, pp. 429-432.
- [13] Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes. *Les infections nosocomiales : recommandations aux établissements de soins*. 2009.
- [14] Chatouani, Aziz, Rifki, Lalla Zhor et Derraji, soufiane. *Rôle du comité de lutte contre les infections nosocomiales en matière de formation du personnel infirmier, Cas de l'hôpital Ibn Sina de Rabat*. Rabat : Mémoire d'obtention du diplôme de 2ème cycle des études paramédicales, 2009.
- [15] HAADARA, Dadé Ben Sidi B.B. *Etude des facteurs associés aux infections des plaies opératoires à l'hôpital zone Ouidah au Bénin*. Université d'Abomey Calavi : pour l'obtention du diplôme de Master en Épidémiologie, 2008.
- [16] Thiolet, JM, et al., et al. *Enquête nationale de prévalence des infections nosocomiales et des traitements anti-infectieux en établissements de santé, France*. s.l. : Réseau d'Alerte, d'Investigation et de Surveillance des Infections Nosocomiales (Raisin), 2012.
- [17] Sanitaire, Institut de Veille. *Surveillance des infections du site opératoire*. s.l. : Protocole ISO-Raisin 2013, 2012.
- [18] Kaye, Keith S, et al., et al. The Effect of Increasing Age on the Risk of Surgical Site Infection. *The Journal of Infectious Diseases*. 2005, Vol. 191, 7, pp. 1056-1062.
- [19] Richards, JE1, et al., et al. Relationship of hyperglycemia and surgical-site infection in orthopaedic surgery. [éd.] US National Library of Medicine National Institutes of Health. 3 Jul 2012, Vol. 94, 13.
- [20] Bouzid, Jawad, et al., et al. Etude bactériologique et physicochimique des effluents liquides de l'hôpital Mohamed V de Meknès, ; Editions : Volume , N ° . *ScienceLib*. Mersenne , 22 Aout 2013, Vol. 5 , 130803, pp. 6-7.
- [21] Malone, Debra L., et al., et al. Surgical Site Infections: Reanalysis of Risk Factors. *Journal of Surgical Research*. March 2002 , Vol. 103, 1, pp. 89-95.

- [22] HALEY, ROBERT W., et al., et al. the efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in us hospitals. *American Journal of Epidemiology*. 9 July 1984, Vol. 121, 2, pp. 182-205.
- [23] B, Chevalier, et al., et al. Perception du risque nosocomial parmi le personnel hospitalier de l'Hôpital Principal de Dakar. *Med Trop ;* . 2008, 68, pp. 593-596.

Annexe 1**Enquête de prévalence des infections de la paroi chez les opérés au niveau des services de chirurgie de l'hôpital Med V de Meknès****I. ETABLISSEMENT**Région : *Meknès Tafilalet*Service :

Nom de l'établissement : Hôpital Mohamed 5

Province : *Meknès*Date d'enquête : **II. PATIENT****Code patient :** Diabétique : Non Diabétique : Sexe : Age en année : ≤14 14-21 22-35 35-50 ≥ 50 Antécédent(s) Chirurgical(s) : Oui Non Si oui précisé :Antécédent(s) Médical(s) : Oui Non Si oui précisé :**III. Dispositif invasif**Le malade est sous dispositif : Oui Non

Le dispositif a été en place par :

 Médecin InfirmierDrain de Redon : Drain de kehr : **IV. L'infection** Non Oui

Changement de pansement :

	Changement de Pansement									
Rang	1 ^{er}		2 ^{ème}		3 ^{ème}		4 ^{ème}		5 ^{ème}	
Etat	P*	I**	P*	I**	P*	I**	P*	I**	P*	I**
Plaie										
Drain										

* : Propre

** : Infecté

La température rectale de l'opéré:

V. Prélèvement et résultats du laboratoire :

Prélèvement réalisé :

Oui

Non

Si oui :

Nom de germe trouvé :

Antibiothérapie :

Annexe 2

QUESTIONNAIRE DISTINES AUX PERSONNEL SOIGNANT

Code infirmier:

1. A quelle catégorie professionnelle appartenez-vous ?

Infirmier ☐

Infirmier chef ☐

2. Avez-vous suivi une formation en hygiène ces 3 dernières années ?

Non ☐

oui ☐

Si oui combien :De combien de jours au total.....

3. Est que vous pouvez définir l'IN ?

Oui ☐

Non ☐

4. Compte tenu du type d'activité réalisée dans le service ou vous exercez, considérez-vous que le risque de survenue d'une IN est :

Nul ☐

faible ☐

réel ☐

majeur ☐

5. Selon vous, dans le service ou vous exercez, il existe

Aucune IN ☐

toujours existe ☐

parfois ☐

6. vous respectez le lavage des mains avant et après chaque soin ?

Oui ☐

Non ☐

parfois ☐

7. vous pratiquer correctement les mesures de prévention des IN ?

Oui ☐

Non ☐

parfois ☐

REPRESENTATION AND MISREPRESENTATION OF WOMEN IN HISTORY TAUGHT AT SECONDARY SCHOOL LEVEL IN KENYA

Dr. Mary W. Were Nasibi

Educational Communication and Technology Department,
Kenyatta University,
Nairobi, Nairobi County, 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: African history has reached a high level of research and writing, yet the female role in history has not been brought out clearly, in historical explanation or discourse, and in teaching of the discipline. The main question posed is whether the history syllabus and the textbooks put in place to facilitate the implementation of the curriculum generate the kind of historical consciousness in education for both female and male gender. The research constituted a survey where information was collected by use of documentary analysis. The history syllabus (1992 and 2002) and textbooks used in teaching secondary school students were analyzed. The evaluation was to determine how the female gender was presented in history transmitted to the students. The data was presented by use of descriptive statistics and evaluative discussions. The findings indicate that in spite of a lot of information on women, the history syllabus and textbooks do not accurately portray the vital and multi-faceted roles played by both male and female in society. The syllabus suffers from sex blindness of traditional historiography and the most insidious forms of bias, bias of omission in relation to women history. The textbooks meant to facilitate the achievement of the syllabus objectives perpetuate the same views of male dominated approach to history. It is concluded that history taught tends to obscure and or ignore women. It is recommended that the curriculum should be revised to reflect gender as a new dimension of teaching history and writing.

KEYWORDS: African history, education, gender, women, syllabus, textbooks, teaching.

1 INTRODUCTION

Education of women is recognized worldwide because of a new global ethic which upholds the dignity of human personhood and of human community (Bennaars, 1998). This world ethic is based on "the autonomy of the human person, the inalienable freedom of the human beings, the equality of all men and women in principle and the necessary solidarity of all men and women with one another (Kung: 1993 as cited in Bennaars, 1998).

Education does not only contribute to national development (Ssenkolota, 1983) but it is indispensable to the survival of humanity (Rockefeller, 1977) and its lack leads to poverty, over-population, malnutrition and illiteracy (Sullorot, 1971). There are about 1 billion non-literate adults in the world with 98% of these living in developing countries and Africa having more than 40%. (SIL International, 2014). Nadiya (2010) puts a literacy rate for Africa at less than 60%. According to African Economist (2013) the literate rate in Africa ranged between 90.7% for Zimbabwe to 21.80% for Burkina Faso with corresponding illiteracy of 9.3% and 78.20% respectively. UNESCO (2013) statistics indicate that 72.2% of Kenya adults and 82.4% of the youth are literate giving illiteracy level at 27.8% and 17.6% respectively.

The illiteracy level is higher for women than men worldwide. For example UNESCO (2010) indicates that two out of three illiterate people in the world are women. It further states that 122 million youth globally are illiterate of which young women represent 60.7%. UNESCO institute of statistics (2011) rate the female youth illiteracy at 23% and male at 18%. In Africa the illiterate women numbered 3.2 millions in 1980 and 78 million in 1995. They accounted for 37.7% of the illiterate in the

1980 and 42.2% in 1995 (UNICEF 1996). UNESCO institute of statistics (2011) give the female literate rate in Kenya at 66.1% and that of male at 78.1% which translates to 33.9 % and 22.9% illiteracy for female and male respectively.

It is generally believed that a country's development is linked to the education of its women. Browne and Hazel (1991) underscore the importance of increased female education by associating it to improved hygiene, nutrition and health of all the family and therefore an impetus to human development. The quality and quantity of education passed to the female child is important because the girls are the future mothers, teachers, farmers and business persons of the society. They are expected to work hand in hand with men, because in a society where men and women hold hands as equals benefits accrue more from environment (Zuogbo 1983).

The educational system should therefore accurately portray the vital and multi-faceted roles played by both male and female in society (United Nations 1980). Both boys and girls have to be prepared and equipped with relevant and realistic knowledge and skills because their access to and type of employment and subsequent national development is determined by the quality and quantity of education they have access to (UNICEF 1992).

Education offered should be "of the total society for the future multiple adult roles" (Obura 1991). It should be based on a system with "a sound foundation which places both sexes on an equal footing in respect of opportunities to acquire skills" (Elad 1983). It should be an education which will empower children and youth to be dignified human beings, confident, proud and caring about the world and the society they live (as cited in Bennaars 1998).

The need for equality in education in Kenya was realized soon after independence (1963). At this time the main purpose of the education was to forge national and social unity, reduce social inequalities and imbalances and compensate for individual or regional historical disadvantages (Government of Kenya 1964). In the 1990s the main objective of Kenya government had been to ensure the total integration of women in the main stream of development and to foster equity and social justice for women and girls (UNICEF 1992). The same vision persists in the 21st century.

1.1 BACKGROUND INFORMATION

An area where a lot of historical reconstruction has been done is the history of women. Research carried out in Europe, America and Africa has tried to highlight the fact that women have played very important roles in the history of humankind. They have not been silent observers in the theatre of history. Women like Joan of Arc, Elizabeth I, Elizabeth Fry, Florence Nightingale, Emmeline Pankhurst, Queen Victoria, Elizabeth of England and Indira Gandhi of India, Margaret Thatcher, Benazir Bhutto of Pakistan have contributed positively to history.

In Africa, a lot of focus has been on the role of women in politics, economy, and social fields. A lot of literature reveals that there were many women rulers like Queen Amina of Katsina, Queen Tin Hinan of Morocco, Queen Cleopatra of Egypt, Zydith (Zawdith) the Empress of Ethiopia, Nzinga of Mbundu in Angola and Ranaivalona I, II, and III of Madagascar. Other women worthy of study in ancient Africa are Ahmose-Nefertari, Al-Kahina, Ann Nzingha, Makeda (Queen Sheba), Queen Tiye Amenhotep, Neithhotep, Hypatia and Amina Sukhera among others.

In Niger, Chad, Hausa regions, women played key roles in the political fields. They founded cities, led migrations and expanded their kingdoms through conquests. In North Cameroon, it was often a woman who chose a site where a city would be founded. She also held insignia of power, or governed a large area equivalent to a district. Women even fought in the armies to protect their territories against outsider aggression. Notable examples are women armies in the Dahomey Kingdom under Kings Gezo, Glegle and Behanzin. There were also female legions in the armies of the Monometapa kingdom.

In certain societies women played key roles in ruling and making political decisions by sharing powers with the rulers. Examples are Queen Kassa wife of Mansa Suleyman who took part with him in the government. In Rwanda the royal power was invested in the king himself and his mother, who shared the same powers without any differentiation in duties or privileges. In Swaziland, the king and his mother were at the head of the political hierarchy. In Asante the chief's female counterpart (Ohemaa) from the royal lineage was a joint ruler with the ruler (Omahene). She gave advice, guided and criticised the ruler. In Ankole, the monarchy consisted of three persons, the king, his mother and one of the classificatory sisters. At one time, all the three enjoyed equal status. Among the Bateke, it is the king and two women who ruled.

Women have also played key roles in religious fields. Many of them were medicine-women, healers, prophetesses and liberators of their people against the colonialists. Such women include; Me Katilili wa Menza, the Wagirama leader in the war against the British; Moraa the prophetess and leader of the Gusii rebellion against the British and Nehanda among the Shona.

In spite of the above roles, the story of humankind is still portrayed as a male domain. The United Nations report (1980, p.8) observes that women are portrayed in school textbooks "at all levels of education system as wives, mothers or occupy subordinate positions in employment." Adams (1983) notes that in most school books women are absent in the textual illustrations; and the use of male gender excludes them by implication or contrives to belittle them. Beddoe (1983) observes that women mentioned in books are those who made their marks in men's field e.g. Joan of Arc (Warfare), Elizabeth I (Government), Elizabeth Fry (Prison Administration) Florence Nightingale (Medicine) and Emmeline Pankhurst (Parliamentary politics). The same view is expressed by Klein (1985) who notes that women are largely left out of history and language of humankind. He goes on to say that they are subsumed or omitted unless they happened to be in a position of power at the time.

For national development, education should ensure curriculum based on student interests and needs and not on sex-role stereotypes (United Nations, 1980). It calls for a humanising pedagogy which will "liberate the girls (and the boys) from stereotype attitudes and practices and empower them by teaching how to advance their own development and their common destiny as human beings in society" (Bennaars, 1998).

A survey of history taught in Kenya secondary schools since 1964 under the old educational system (7:4:2:3) reveals that history was viewed from the male perspective, with no counter balancing of female role. It was a past that was patriarchal defined, constructed and recorded by male. Thus, the role of women was de-emphasized, distorting events of the past and questioning the contributions of the women in contemporary and the future society. This wrong view about history was further perpetuated by the history textbooks prepared to facilitate the achievement of the syllabus objectives. The texts gave male and female readers a negative picture about the role of the female in history. For instance, in Wilson (1971) a Form I and II textbook, there are only two women mentioned by name: Empress Dowager of China and Catherine the Great of Russia. In the pictures presented in the book related to humans, 86.7% are on male, 4.4% on women and about 8.9% on both men and women.

In most places where women appeared in the texts, except in a few cases, they were presented in relation to men or in meager supportive roles e.g. Queen Cleopatra VII of Egypt was mentioned in relation to her friendship with Mark Antony the Roman General. Khadija, although she was the force behind the success of Mohammed as a merchant, featured only as a wife. African female leaders in the political arena or in the army as those of Dahomey were ignored.

When the syllabus was changed in 1985 under the 8-4-4 education system, the above limitations could still be traced in the textbooks. A research by Obura (1991) revealed that Kenyan children absorb wrong geographical concepts on economic activities in geography textbooks because farmers around Africa and the rest of the world are pictured as male. In the same texts, history of Africa was depicted as the history of men while women were invisible, absent or in meager supportive roles.

In view of the foregoing, this article examines the textbooks used in Kenya secondary schools to implement the 1992 and 2002 History and Government syllabus. It is meant to find out about their content emphasis and relevance in relation to gender. The paper is therefore an enquiry into structural curriculum related problems on the teaching of history in Kenya secondary school education.

1.2 THE PURPOSE OF THE STUDY

The study was to establish whether the historical texts at secondary level expose and transmit the right historical awareness and images to the child. This awareness is essential for integration in society in which the child regardless of the gender is required to participate in decision making and national development. The right sensitization will prepare the male and female child for the multi-faceted roles they are expected to play in a modern society. There are two objectives guiding the study:

- (i) It sought to examine the historical textual literature on the role of girls and women in relation to the role of boys and men in society as presented through History and Government textbooks.
- (ii) It sought to establish the role of women in history as portrayed by History and Government textbooks.

2 METHODOLOGY

The research design adapted was a survey method in order to obtain personal and social facts, beliefs and attitudes. It also sought the views of the learners about the role of women in history as portrayed by historical textual literature. To obtain research sample, random and stratified random sampling were used. The sample was secondary schools in Kenya

where 8:4:4 History and Government is taught. From the schools, the researcher came up with the exact textbooks used in the teaching and learning of history.

Two provinces were chosen out of the total eight provinces in Kenya, to represent rural and urban setting which is characteristic of all schools in the country. Nairobi and Western provinces were selected to represent urban and rural provinces. The secondary schools in these provinces were categorized as public and private, the former were further grouped as national, provincial and district schools. Using stratified random sampling 17 schools out of 90 in Nairobi and in Western 20 schools were selected. In Nairobi 28 students representing forms I-IV were random selected from each school. In Western Province there were 20 students from each school. This gave a total of 420 students in Nairobi and 400 from Western Province. However, the actual students who participated were 668 in 35 schools.

Another sample consisted of textbooks used by students and teachers in these schools. The findings identified four of the books authored by Kenya Institute of Education (K.I.E) were the most popular among the users of 1992 syllabus. Malkiat Singh books for Form 3& 4 which were supplementary readers were next in popularity to K.I.E books and therefore included in the sample. The recommended texts for the revised 2002 syllabus and used by the majority of schools in the revised 2002 syllabus were Revolving World: A History and Government Course Book co-authored by Felix Kiruthu, Jacinta Kapiyo and Wilson Kimori. Two out of the four books were evaluated; book 1 and 4. In total eight (8) textbooks under 8-4-4 educational system and focusing on 1992 and 2002 syllabi were analysed.

Research tools used were questionnaires and content analysis. Questionnaires consisted of both open-ended questions and fixed alternative or objective type items. Documentary analysis was used in the textbook analysis to find out what aspects of the textbooks addressed women's contribution to the history of humankind. It also looked at images in the texts in relation to gender.

3 RESULTS

3.1 EVALUATION OF K.I.E., 2ND EDITION, BOOKS I-IV

Table 1: An Analysis of Gender in KIE. 2nd Edition

Aspects Analysed	KIE Book1 %	KIE Book 2 %	KIE Book3 %	KIE Book4 %
Male characters	91.1	95	95.1	95.4
Female characters	8.9	5	4.9	4.5
Men characters	89.6	96.7	90.2	46.2
Women characters	3.1	62	2.5	76.2
Mean characters by name	25	90.8	98.7	39.4
Woman characters by name	35	22.2	13	14.3
Nameless male characters	75	9.2	6	60.6
Nameless female characters	30	66.7	75.7	85.7
Gender female pronoun	2.3	87.7	92.7	20.7
Gender male pronoun	97.7	12.3	7.3	79.3
Female pictures	0	0	0	6.5
Male pictures	83.3	30.4	87.5	71
Female and male pictures	16.7	8.7	11.1	6.5
Children	0	0	0	0
Role model for girls/women	7	3.3	1.4	6.5
Role model girls/girls	1.0	0	0.1	0
Role model boys/men	93	96.4	93.4	82.7
Role model for boys/boys	6	0.7	0.8	0
Role model for youth/students	0	0	4.3	10.9
Gender indicated common noun male	99.3	95.6	92.2	73.1
Gender indicated common noun female	0.7	4.4	7.8	26.9

The information on table 1 is described below :

- i) **Male and female characters:** In book I, there are 91.1% of male characters compared to 8.9% of female characters. In book II there are 95% male and 5% female characters. In book III male characters have a percentage of 95.1 in comparison to 4.9% female characters. In book IV, there are 95.4% male and 4.5% of female characters.
- ii) **The gendered pronouns ;** They include such terms as he, his, him, she, hers, her which occur in book I, II, III and IV . The results show that there are 97.7% male and 2.3% female gendered; 87.7% male and 12.3% female gendered; 92.7% male and 7.3% female gendered and 79.3% male and 20.7% female gendered respectively. It is important to note that the female gendered pronoun used covers more on countries than on human female e.g. in book II, the pronoun she etc is used 54 times with 51 times for country and three times for human female.
- iii) **The gender indicated common nouns:** Under this category the following common nouns such as fishermen, manpower, mankind, herdsman are represented by 99.3% for male and 0.7% for female in book I; 95.6% for male and 4.4% for female in book II, 92.2% masculine compared to 7.8% feminine in book III, and lastly 73.1% male and 26.9% female gendered common nouns in book IV.
- iv) **The role models for girls and boys:** In book I, the role models for girls and boys are portrayed by 93% for boys and 7% for girls as depicted by men and women respectively. The role model for boys as depicted by fellow boys is 6% and for girls by other girls is 1.0%. In book II, role models for girls as represented in women constitute 3.3% and for boys as they relate to men is 96.4% and boys for boys is 0.7%. In book III, the role models for boys as portrayed through men constitute 93.4%, boys as portrayed through boys is 0.8% of girls as depicted through women is 1.4% and for girls through girls is 0.1%. The role models for both boys and girls through images of students and the youth are 4.3%. In book IV, the role models for girls as represented by women constitute 6.5%, boys as represented by men is 82.7%, boys represented by boys is 0% and girls for girls is 0%. Those represented by both boys and girls through the youth and students is 10.9%.
- v) **Presentation of pictures:** In book I, 83.3% of the pictures are male dominated with 16.7% of the pictures covering both men and women (adults) while there is no single picture on women and children. In book II, 30.4% of the pictures are dominated by male, 8.7% by both men and women (adults) and 0% for women alone. The rest of the percentage is on various objects in the text. In book III, the percentage of male pictures is 87.5%, both male and female is 11.1% and 0% on women. In book IV, 71% of the illustrations have male dominance, 6.5% female and 6.5% both male and female.
- vi) **Words indicating either female or male chauvinism:** All the four books are dominated by words indicating male chauvinism e.g. in book , we have Rhodesian man, Neanderthal man, Nutcracker man, Modern man, Early man etc. In places where neutral words have been used, male chauvinism is further perpetuated in the use of male pronoun. For instance, the use of the terms Homo erectus, Cro-Magnon, Dryopithecus is followed by the pronoun he, his, him etc. In book II, we have terms like middlemen, noblemen, craftsmen spacemen etc and the male pronoun following gender neutral words such as owner, farmer, worker, peasant etc. Book III is dominated by masculine terms such as landlord, warlord, blackman, spokesman, policeman, medicine man which are followed by male dominated pronouns he, him, his. A similar picture is reflected in book IV.
- vii) **The order of presentation of the characters:** Content on different pages of the four books indicate that the male are presented first followed by female e.g. in book I, we have "Gikuyu and Mumbi , Louise and Mary Leakey , man and woman , boys and girls . In book II, the order is the same e.g. workman and rich lady, monks and nuns, men and women. In the whole text, there are about 85.7% of cases where men are mentioned first in relation to women.

When sections of the texts are analyzed in depth to discover relationships and patterns of presentation one finds that, more prominence is given to male in places where they appear with females e.g. while describing the social organization of the Bantu in book I the importance of boys after initiation is highlighted while nothing is said about girls yet they had their assigned roles in the society. In the same text while discussing the boys activities in Agikuyu society, five sentences of sixty - eight words are dedicated to the boys compared to one short sentence of seven (7) words assigned to girls.

In book II ,little is said about women compared to men .There is one case however where women cover two sentences of seventeen (17) words but this still compare unfavourably to a half a sentence of ten (10) words given to men. In the same text where women have been sidelined, Seyyid Said has coverage of one & a half pages, Krapf two pages, Jesus Christ three pages, and Mohammed three pages. Several men like Copernicus Galileo, Isaac Newton have coverage of 1 paragraph each.

In Book III, the order in which female appear in the page and the content under which they are discussed is wanting. For instance, Nehanda who is described as one of the most important *mlimo's* messengers is presented in the third position after two male prophets on . Moraa a Gusii prophetess is not given the prominence she deserves. Although she was at the core of

the resistance against the British, the text sidelines her and instead gives prominence to Otenyo a young man who responded to her call by spearing F.A.S. Northcote a British administrator.

In book IV, Elizabeth I, Queen of England is presented unfavourably in comparison with her male counterparts. While several pages (about eleven) have information on different kings of Britain, Elizabeth I is mentioned only on one page, last paragraph. Next time she is mentioned is in relation to the debt she incurred during her reign.

(ix) The nature of presentation of female: In all the four books, the females mentioned by name are presented as either autonomous individuals or as they relate to men e.g. in book I, Mumbi is mentioned with Gikuyu as founders of Agikuyu community, then as a wife. Mary Leakey is mentioned with her husband Louis, then as a discoverer of Zinjanthropus. In most cases, female are accompanied by male e.g. Mumbi and Gikuyu, Mary and Louis Leakey, Mary and Jonathan Leakey, boys and girls, men and women, daughters in relation to their parents, goddesses, in relation to gods etc.

In Book II, all females identified are mentioned after and in relation to men either as wives as in the case of Khadija, wife of Mohammed, Catherine wife of King Henry VIII, or they are presented as mothers, like Mary, the mother of Jesus. Even in religious practices, goodesses Isis and Oyo are described as wives of gods Osiris and Shango respectively. It is interesting to note that even when a complement is given to a woman like in the case of Khadija, it is followed by something negative: "Mohammed married Khadija, a rich widow much older than himself." Even a rich lady in Egypt who was buried with her jewellery comes only after a man; "a workman who was buried with his tools". In the whole text, there is no place where a female character mentioned by name appears as autonomous. For instance, a prominent woman like Prof. Wangari Maathai of Kenya is mentioned after male politicians.

In Book III, a part from prophetess Moraa and messenger Nehanda, the other women appear as mothers and wives e.g. Marsela Awuor mother of Tom Moby, and Grace Wahu, Edna Clark and Mama Ngina as wives of Jomo Kenyatta. Some are presented in relation to men e.g. Queen of England is presented in relation to the governor who was her appointee. Samori Toure's mother is mentioned in relation to her son who had to work for her release. Even when the women appear to be independent, men's dominance is felt in the background e.g. there were women fighting for the exception of women from taxation; the East African Association which was male dominated was opposed to compulsory labour for women; there were Agikuyu men fighting over the issue of female circumcision etc.

In Book IV, where Louis XVI's activities cover six pages, nothing is said about his wife Marie Antoinette whom, we are told was a bad influence to him. As in the case above and in many others women are presented in relation to men who are either their husbands or their fathers e.g. the mention of Prince Franz Ferdinand and his wife, then Elizabeth, daughter of King James I.

(x) Activities and roles: In all the texts, activities and roles identified are male dominated. In book IV, male activities cover about 93.8% while women's are 6.25%. Leadership roles are all assigned to male e.g. 96.8% compared to 3.2%. In Book III all leadership is the preserve of men. Women have six cases of leadership (1.7%), while the male had three hundred and forty five (345) cases which constitute 98.3%. In Book II the role identified are male dominated e.g. sailing, overseeing and designing. Lastly in book I, all activities are given collectively as belonging to a given ethnic group e.g. hunting, gathering, fishing, animal husbandry and iron-working. It is only raiding which has been specified for warriors. Specific occupations of people are male-dominated. They include ruling, conquering, inventing, crafting, smiting, pouching, sheep herding etc.

Apart from the four books above, there are other textbooks used by secondary school students in the implementation of 1992 syllabus. Only two of these were analysed; Malkiat Singh 2nd edition used in form 3 and 4.

3.2 EVALUATION OF MALKIAT SINGH, BOOKS III & IV REVISED EDITION

An analysis of the first twenty-seven (27) pages out of book III shows that there are about 218 men mentioned by name in contrast to four women, giving a percentage of 98.2% and 1.8% respectively. The women mentioned are Queen Victoria who appears once and general Nyamazona appearing three times. The use of male pronoun appears one hundred seventy-three (173) times in contrast to two for female pronouns. This gives a percentage of 98.9% and 1.1% respectively. There are also more male gendered nouns and word indicating male chauvinism such as maximum gun, henchmen etc. Note that Maxim is a man's name, the person who invented the gun.

This could be contrasted with female dominance in words like wives, mother and daughter which are very few. The words man or men appear five times compared to twice for women at 71.4% and 28.6% respectively. The pictures given as illustrations also portray male dominance. Out of about thirty-six pictures in the whole text on people, thirty- five (97.2%)

are on male and only one (2.8%) has a female figure among so many men. This lone picture is on Jomo Kenyatta receiving instruments of independence from Prince Philip with Mama Ngina looking on.

In the evaluation Malkiat Book IV revised edition, the first twenty pages indicate that out of twenty three cases where the terms man/men, woman/women have been mentioned, the percentage for women is 65.2% and for men is 34.8%. This is the first time in all the books analysed where women have been referred to more than men. These women have been mentioned in reference to women's war among the Ibo. They have been assigned a whole column of ten paragraphs in the text. However, there is no woman referred by name, not even the leader of the war. The men who have been mentioned by name have occurred one hundred and seventeen times (117) in the text, giving 100% with none on women. Even male gendered nouns are prominent in the text more than female.

The illustrations in the book still show male dominance e.g. out of fifty three (53) pictures in the whole text, fifty (94.3%) are on men while only three (5%) are on women. These women are placed in relation to men e.g. a puritan woman and man on page 53, William and Mary of Orange p. 57, Louis XVI and Marie Antoinette on page 62 etc.

3.2.1 EVALUATION OF KIRUTHU, KAPIYO& KIMORI BOOK I AND IV

The tex books recommended and used by majority of the schools in the revised syllabus portray a slightly different picture. The researcher managed to analyse about two text books to find if the trend has changed. The books evaluated are: The Evolving World: A History and Government Course Form 1 and 4.

In book 1 three chapters were evaluated out of eight; chapters 2, 5 and 8. In chapter 2 entitled Early man the term man is used with caution. The writers use it interchangeably with human beings. The term appear about 81 times (72.9%) compared to humans /human being 30 times (27.2%). This is an improvement from earlier texts evaluated. The term man/ men as compared to woman /women scored 93.1% and 6.9 % respectively. Men characters mentioned by name constitute 80.6% with their female counterparts comprising 19.6 %.

The gendered pronouns make up 96.97 % for male and 3.03 for female. The gender indicated common nouns are present e.g. mankind, fishermen, craftsmen, craftsmanship and middlemen although there has been an attempt to make some of them gender sensitive with the use of terms like medicine men /women/medicine person. Words of male chauvinism like millennium man, modern man, ape-man, Java man and Peking man are still prevalent. The book has very few pictures on people with 71.4% focusing on male, 28.6% on male and female and 0 % on women. In other two chapters the results were as follows: In chapter 5 men mentioned by name make up 93.3% in comparison to 6.7 % of women. Male characters are 77.3% and female are 22.7% All pronouns in the chapter are male gendered (100%). Although gender indicated common nouns such as middlemen, prophet and diviner are present there is an attempt to use gender neutral terms such as humankind instead of the traditional mankind. In chapter 8 only four male are given names contributing to 100% with no female appearing in the whole chapter. The male pronoun dominates with 66.7%.

In book IV three chapters out of nine were analysed. In chapter 1 men who are mentioned by name are 97.9 % compared to 2.1% of women. One is a wife while the other is the queen of England. In chapter 5, there are 84.9% men identified by name with 15.1% of women. These women constitute those who have been participating in sports and athletics and those honoured with presidential awards for their contributions in the development of the country. However, there are indeed very few politicians mentioned. In chapter 9, 81.3 % men are identified by name with corresponding 18.7 % women in leadership positions. Such women include Indira Gandhi, Margaret Thatcher and Queen Elizabeth. All the above women characters are mentioned in passing except for Thatcher who has been assigned a half a sentence of twenty words.

In the entire book the illustrations are male dominated with 90.5 % of pictures focusing on male either as individuals or in groups. Pictures with both male and female are 5.4 %. Those of women alone are 4.1%. It is commendable that the role of women is recognized in the World War II on page 36 in a paragraph of 74 words.

3.2.2 THE PERSONALITIES THE LEARNERS WOULD LIKE TO EMULATE FROM THE TEXTBOOKS USED FOR LEARNING HISTORY.

The learners were asked to identify by gender the personality from History and Government textbooks they admired and would like to imitate.

Table 2 : Personalities in the Texts for Emulation

Gender	Urban Respondents		Rural Respondents	
	N(f)	%	N(f)	%
Male	160	45.3	155	49.8
Female	66	18.7	41	13.2
No response	127	36.0	115	37.0
Total	353	100	311	100

About a half of the learners both rural and urban preferred to emulate male characters than female while less than a quarter (18.6%) for rural and 13.2% for urban preferred female. This is interesting given that the ratio of male and female respondents was 1:1. It implies that female students prefer to emulate men than fellow women.

When the same learners were asked to identify the personalities they would like to imitate by name, they came up with 197 (71.1%) names of male personalities and 80 (28.9%) of female personalities in urban schools. This correlates with 203 (93.1%) for male personalities and 15 (6.9%) female personalities in rural setting.

The African personalities identified for emulation are Jomo Kenyatta scoring a mere 9.6% for urban and 11.9% for rural students. He is followed by Nelson Mandela with an average of 7.6%. Next is Mekatilili who scored an average of 6.8%, followed by Menelik II; 3.2% and Kwame Nkrumah; 3%. Among the Kenyan Africans, Kenyatta still features as the most popular followed by Tom Mboya (2.8%). It is disappointing that none of the present leaders in Kenya featured prominently. The students' responses to prominent African leaders were limited indicating learner's inadequate exposure to African personalities in history. Their response to non-Africans was worse.

Among the rural schools, the female characters who featured were non-Africans. They include Mary Leakey appearing eight times, Marie Antoinette appearing once and Queen Elizabeth and Princess Diana twice each. African contemporary women cited were Winnie Mandela, Nyiva Mwendwa and Charity Ngilu. Each appeared only once.

3.2.3 QUALITIES TO BE EMULATED IN BOTH MALE AND FEMALE IN THE TEXT

When the learners were asked to identify the characters they would like to emulate from the personalities they had identified, the results showed that the most popular quality in male is liberation or fighting to free one's people. This scored an average percentage of 12.1%. This was followed by bravery/ courage which had a total average of 6.9% for both rural and urban. This same quality was admired in female characters scoring 8.2% for urban schools and 0.3% for rural. Other qualities featuring among the male included; determination (4.8%), patriotism (3.6%) and intelligence (3.8%). As for the female personalities the quality admired by urban students in female characters is bravery which scored 8.2%. The rest of the qualities scored badly with 1.7% as highest for strong willed. Rural students did not respond well to this item. A few identified quest for freedom as a quality they admired in women.

3.2.4 ROLE PLAYED BY WOMEN/GIRLS IN HISTORY

The learners were asked to state the role they think women play in history from the books they had read. The role identified by the majority of rural and urban students for women and girls was housework scoring 12.5% and 27.8% respectively. This is followed by fetching water and firewood scoring 1.4% for urban students and 7.7% for rural. Next in this order is looking for food which had 4.2% for urban and 3.5% for rural. Leadership role followed closely with 3.4% for urban and 4.5% for rural. These roles however, differed with what was in the texts. It seems the learners were giving what they thought the roles of girls/women should be.

Another related question was asked on specific aspects the learners would like to copy from the female characters in the textbooks. The quality identified was bravery/courage (10.8%) for urban and house work/cooking (4.8%) for rural children. This is followed by a desire for moulding young people among the rural students which scored 3.5%. Other qualities like devotion to family, industrious, leadership had a very low percentage below 2%.

4 CONCLUSION

The research findings in all the textbooks analysed indicated that there is more literature on the role of men relative to the role of women. All the texts are dominated by male characters, male gendered pronouns, gender indicated common

nouns, male dominated pictures, activities and occupations. Even in places where both male and female appear more prominence and coverage is given to male. Only in a few cases are women mentioned as autonomous. Otherwise, they appear in relation to men as wives, mothers, daughters etc. When girls are compared to boys, more prominence is given to boys. There are few cases where the neutral term youth/students are used when referring to both boys and girls.

The effect on lack of literature on the role of girls and women was evident when the learners were asked to identify the personalities they would like to emulate from the textbooks they used by gender. The few who responded focused more on male than female characters (45.3% for male, 18.6% for female). Even when asked to identify these personalities by name, there were more male characters than female. This type of responses could be attributed partly to lack of or a few women characters in the textbooks. In identifying the characteristics they would like to imitate in both male and female personalities there was more admiration of male characteristics.

Women are portrayed in these textbooks, as queens ruling different countries e.g. Cleopatra, and Hatsheput as Queens of Egypt, Victoria and Elizabeth I as Queens of England. They also feature as wives of kings/or presidents e.g. Catherine wife of King Henry VIII, Marie Antoinette wife of Louis XII, unnamed wife of Prince Franz Ferdinand, Grace Wahu, Edna Clarke, Wanjiku and Mama Ngina wives of Jomo Kenyatta. They are also depicted as wives of prophets e.g. Khadija wife of Prophet Mohamed; as mothers e.g. Mary mother of Jesus and Marsela Awuor, mother of Tom Mboya. Women are also portrayed as generals e.g. General Nyamazona; as prophetess e.g. Moraa, Nehanda, and Mekatilili; as daughters e.g. Elizabeth the daughter of King James; as archaeologists e.g. Mary Leakey; and as social workers e.g. Tanzanians women in development.

Throughout the texts however, very little is said about the contributions of these women to humanity. They are only mentioned in passing. The only exception is on the role of the monarchy in Britain where the part played by the queen is described in details in some books and the role of Tanzania women in development where details have been given. Contemporary African women like Winnie Mandela, Miriam Makeba, Grace Ogot, Margaret Kenyatta, Ruth Habwe, Prof. Maathai Wangari, Charity Ngilu, Nyiva Mwendwa, Angie Brooks of Liberia, Princess Elizabeth Bagaya of Toro among many others have been omitted in history taught to the African youth.

The learners' responses on the role of women in history showed that their roles do not stand out in the textbooks. Most learners gave the traditional role of women in society not necessarily what was in the textbook. There were however, some learners who stated that they have never come across any role played by women in history.

5 RECOMMENDATIONS

It is recommended that the textbook historiographers should be sensitive on gender issues in writing. They should rewrite history textbooks to bring out women's role. Historical events should focus on the contributions made by human race in the history of the world regardless of ethnicity and gender. The history of the former Soviet Union would be incomplete without an account of Catherine the Great; Franklin Roosevelt would have been a failure without the power behind his administration, his wife; Eleanor Roosevelt. The history of Ceylon is tied to Bandanaraike women; the history of USA is enriched with activities of African women in Diaspora like Coletta King, Shirley Chisholm, Patricia Roberts Harris, Angela Davies, Rosa Parks, Harriet Tabman and Michelle Obama. In modern Africa the contributions of the following women to history should be acknowledged: Winnie Mandela, Graca Machal, Maathai Wangari, Ellen Johnson Sirleaf, Miriam Makeba, Margaret Ekpo, Ruth Khama, Funmilayo Ransome Kuti, Yaa Asantewa and Queen Nzinga among others. Women have played prominent roles in the history of the world, Africa and Kenya and a past which tend to ignore or obscure them should be avoided at all costs.

REFERENCES

- [1] Adams, C., off the record: Women's omission from classroom, historical evidence, The Historical Association, issue 36, June, pp. 20-30, 1983
- [2] Bennaars, G., School in Need of Education: Towards an African Pedagogy. Nairobi: Lectern, 1998
- [3] Beddoe, D., Discovering Women's History: A Practical Manual, London, Pandora, 1983
- [4] Browne W. Angela and Barrett R. Haze, Female education in Sub-Saharan Africa: The key to development, Comparative Education, vol.27, no.3, 1991, pp275-285.
- [5] Elad A.N.T. Education and development. In M. G. Ssenkoloto, The role of women in the process of development: Implications for training, Pan African, pp 85-97, 1983
- [6] Government of Kenya, Kenya Education Commission Report, part I and II, Nairobi, Kenya Government printer, 1964
- [7] Kelly A. et. al, Gender roles at home and school. In L. Burton (ed.), Girls into Maths can do. London: H. Rinehart and Winston, 1986

- [8] K.I.E. , Secondary History and Government: Form I-IV, pupils' book (2nd Edition), Nairobi, KLB, 1994.
- [9] K.I.E. , Secondary History and Government: Form I-IV, pupils' book (2nd Edition), Nairobi, KLB, 1996.
- [10] Klein, G. ,Reading into racism-bias in children's literature and learning and learning materials, London ,Routledge and Kegan Paul, 1985
- [11] Lebeuf.A.M.D (1963). The role of women in the political organization of African societies. In P. Denise (ed.). Women of Tropical Africa, 1963.
- [12] Malkiat ,S , Form III History and Government.,Nairobi , Acme Press, 1987.
- [13] Malkiat ,S , Form IV, History and Government, Nairobi ,Acme Press, 1988
- [14] Malkiat ,S. , Revised syllabus, Form III and IV: History and Government. Nairobi: Acme Press,1993,
- [15] Malkiat ,S. , Revised syllabus, Form III and IV: History and Government. Nairobi: Acme Press,1994,
- [16] Nadiya Omari , Female illiteracy: A global crisis impacting the participation of girls and women, International Association of schools ,2010- 2011.
- [17] Obura P.A. , Changing images: Portrayal of girls and women in Kenyan textbooks. Nairobi ,Acts Press ,1991.
- [18] Rockefeller Foundation , Changing roles of women in industrial societies (Working paper) . New York , The Rockefeller Foundation , 1977
- [19] Sanda ,D.A., Education and social change in Africa: Some problems of clan formation.In Ufahamu. Bibliography on African liberation movements,vol. 3 , no. 1, Spring, pp.50-71, 1972
- [20] Sharman M. , Man, civilization and conquest.,London , Evans Brothers, 1971
- [21] SIL International ,International literacy day. Retrieved from <http://www-01.sil.org>,2014
- [22] Ssenkoloto M.G. , The role of women in the process of development: Implications for training. Pan African institution of development, 1983.
- [23] Sulloret, E. , Women, society and change ,New York,World University library, 1971
- [24] T. Dinhtri , Peceived education: Goals and needs pertaining to public secondary education in a number of developing countries(Unpublished doctoral dissertation). Ohio University, 1976
- [25] The African Economics , Ranking of African countries by literacy rate. Retrieved from the [African economics.com/](http://www.africaneconomics.com/) ranking of African countries,2013.
- [26] UNESCO , Institute of Statistics. Retrieved from www.uis.unesco.org,,2010
- [27] UNESCO , Institute of Statistics. Retrieved from www.uis.unesco.org, 2011
- [28] UNESCO , International literacy data. Retrieved from www.uis.unesco.org, 2013
- [29] UNICEF , Situation analysis of children and women in Kenya. Government of Kenya , May, 1992
- [30] United Nation , The convention on the elimination of all forms of discrimination against women. A1 Cont. 34/94, 1980
- [31] Were M.W ,A critical study of History and Government syllabus and textbooks in Kenya secondary schools (Unpublished Ph.D. dissertation). Kenyatta University ,Nairobi, Kenya, 1999.
- [32] Wilson ,D., Peoples, revolutions and nations, A.D 1700 to 1970 ,London, Evans, 1971.
- [33] Zuogbo , J. T. , An experience of women in development in Zimbabwe, In M.G Ssenkoletto . The role of women in the process of development.: Implications for Trainin, 1983.

Health profile of adolescent boys of Sagar City, Madhya Pradesh, India

Harshdeep Singh Dhanjal¹ and Dr. K. K. N. Sharma²

¹Junior Research Fellow,
Department of Anthropology, Dr. Hari Singh Gour Vishwavidyalaya, Sagar, M.P.
(A Central University), India

²Associate Professor,
Department of Anthropology, Dr. Hari Singh Gour Vishwavidyalaya, Sagar, M.P.
(A Central 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: The present paper is an attempt to assess the health profile of purposively selected 200 adolescent boys of Sagar city, Madhya Pradesh. The height and weight of the boys were compared with the standards given by Indian Council of Medical Research, National Centre for Health Statistics and Indian Council of Agricultural Research; body mass index (BMI) and its association with occupation of father and education of parents was assessed. The height and weight of the boys were found below Indian Council of Medical Research and National Centre for Health Statistics standards but above the Indian Council of Agricultural Research standards. Most of the underweight boys belonged to fathers having business as their occupation whereas most of the normal boys belonged to fathers who were government employees. On the basis of education of parents, it was found that fathers who studied up to higher secondary classes have most underweight boys and most normal boys belonged to graduate fathers; whereas highly underweight boys belonged to mothers who studied up to secondary classes and mothers who studied up to higher secondary classes showed the highest number of normal boys.

KEYWORDS: Adolescent boys, body mass index (BMI), health profile, socio-economic status.

INTRODUCTION

Nutrition plays a vital role in life of any individual. Inadequate nutrition during childhood may lead to malnutrition, growth retardation, reduced work capacity and poor mental as well as social development (Awasthi and Kumar, 1999). Children and adolescents being the future citizens form an important segment of Indian population. Their good nutrition is an indispensable component of healthy life (Sankhala et al., 2004). Adolescent health has recently drawn greater attention in India and the nutritional status during adolescent age is an important determinant of health outcome (Mohan et al., 2013). Joshi et al. (2014) in their paper have described adolescents as the best human resources. Malnutrition especially under-nutrition is a major health problem affecting the development of children in many low and middle income countries. The government of India has adopted a number of schemes to address the problems among children up to five years of age. Although fewer studies have been focused on under-nutrition among adolescents or programmes tackling adolescent nutrition. Studies in different parts of the country have also indicated that balance diet is not available to the major population in general and to school going children in particular which leads to their improper health (Mishra & Singh, 2006).

For the diagnosis of malnutrition, anthropometry is an excellent tool of diagnosis, validated by experimental studies. Anthropometry offers a reliable method to assess the nutritional status of children (Bhasin et al., 1990; Bisai et al., 2008). It has been now well established that body mass index (BMI) is also one of the most appropriate, inexpensive and non-invasive tool to use to determine the nutritional status (Bose & Bisai, 2008).

Adolescents are the core of any population as adolescence is a transition stage in life cycle of any individual whether it belongs to either sex. Many studies such as, by Awasthi & Kumar (1999), Bisai et al. (2008), Busi et al. (2003), Chakma et al. (2009), Dasgupta et al. (2010), Gaur et al. (2002), Joshi et al., (2014), Khadi et al., (2004), Kshatriya et al. (1981), Maiti et al., (2011), Rao et al. (2005), Tiwari et al. (2007), Vashisht et al. (2005), etc. have been conducted to study the growth and nutritional status among adolescent boys and girls. But there occurs a very meagre accountability of research work focusing the association of nutrition and socio-economic parameters among adolescents. The present study is an attempt to assess the nutritional profile of school going adolescent boys of Sagar city, Madhya Pradesh and association of body mass index (BMI) is assessed with occupation of father and education of parents. The present study has been conducted with the following objectives:

- To assess the health profile by comparing the height and weight of boys with the standards given by Indian Council of Medical Research (ICMR), National Centre for Health Statistics (NCHS) and Indian Council of Agricultural Research (ICAR);
- To find out the association between health profile and socio-economic status.

MATERIAL AND METHODS

The present study has been conducted on 200 adolescent boys of age 13 to 18 years studying in Jain Public School of Sagar city, Madhya Pradesh. The subjects were selected purposively and due care was given to the respective ages. The study includes assessment of body mass index (BMI) with the help of height & body weight. Education of the parents and occupation of father were also noted as education is an indirect means to assess the economic standard of the family. The occupation is divided into following categories viz.; labours, skilled labours, businessmen, farmers/agriculturalists, government employees, private employees and others (journalists, engineers, etc.). Body mass index (BMI) has been classified on the basis of classification given by World Health Organisation (WHO). The height and weight of the boys has been compared with the ICMR, NCHS and ICAR standards.

RESULTS & DISCUSSIONS

The mean height and weight of the boys are presented in table no. 1 & 2 respectively. It is observed that the height of the boys increases with age except for 18 years whereas weight of the boys increases with age except for 17 years of age, but again increases at 18 years. There was not much difference between the height and weight of 17 and 18 year and 16 and 17 year old boys respectively. The height and weight of the boys were found below ICMR and NCHS standards but above the ICAR standards. The mean values of height and weight were found to be more than those reported by Khadi *et al.* (2004). The study by Khadi *et al.* (2004) was conducted among 4593 rural boys and girls drawn from agro climatic zones of northern Karnataka aged 6-18/20 years. The obtained weights and heights were compared with ICMR, NCHS and ICAR standards.

Table 3 displays distribution of body mass index among boys on the basis of their age. It was found that the highest percentage of underweight boys belonged to 15 years of age (90.9%) whereas least percentage of underweight boys were of 18 years of age. The boys who were 17 years of age showed the highest percentage of normal body mass index whereas least percentage (9.1%) of boys were from 15 years of age. Highest percentage of boys who were found obese belonged to 16 years of age.

Table No. 1- Comparison of mean height of boys with ICMR, NCHS and ICAR standards:

AGE	MEAN	S.D.	ICMR	NCHS	ICAR
13	145.66	7.40	154.94	156.50	141.20
14	152.90	7.71	161.70	163.10	148.00
15	159.53	8.78	165.33	169.00	153.00
16	163.58	6.93	168.40	173.50	159.00
17	166.30	7.09	173.00	176.20	161.35
18	166.25	6.09	172.05	176.80	163.00

*Indian Council of Medical Research

**National Centre for Health Statistics

***Indian Council of Agricultural Research (cited)

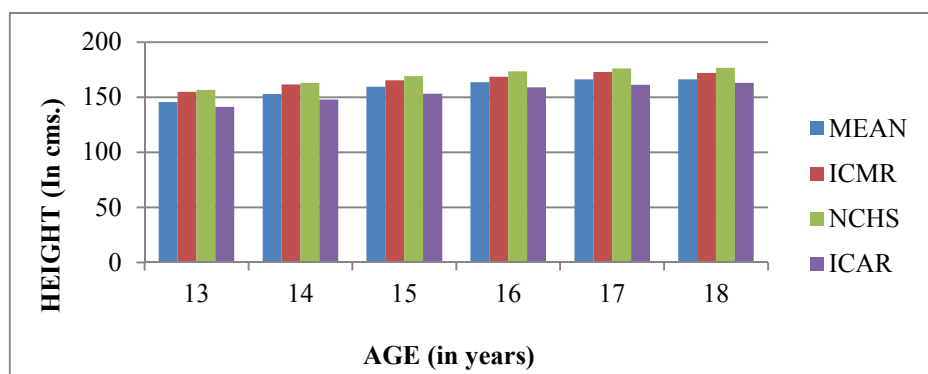


Table No. 2- Comparison of mean weight of boys with ICMR, NCHS and ICAS standards:

AGE	MEAN	S.D.	ICMR*	NCHS**	ICAR***
13	34.80	6.08	42.88	45.0	29.00
14	39.14	8.84	48.26	50.8	29.00
15	43.22	8.44	52.15	56.7	33.00
16	48.23	9.94	55.54	62.1	37.00
17	48.22	7.74	57.91	66.3	43.00
18	51.37	7.06	58.38	68.9	47.00

*Indian Council of Medical Research

**National Centre for Health Statistics

***Indian Council of Agricultural Research (cited)

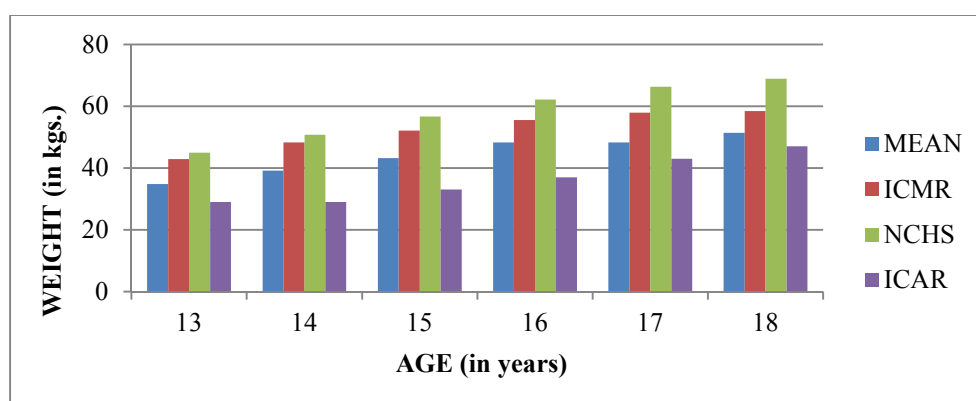


Table No. 3: Distribution of Body Mass Index (BMI) on the basis of age:

S.No	BODY MASS INDEX (BMI)		AGE (IN YEARS)						TOTAL
	VALUE	CLASSIFICATION	13	14	15	16	17	18	
1.	<18.5	Underweight	27 (18%)	34 (22.67%)	30 (20%)	23 (15.33%)	19 (12.67%)	17 (11.33%)	150 (100%)
2.	18.5-24.9	Normal	3 (6.52%)	6 (13.04%)	3 (6.52%)	10 (21.74%)	8 (17.39%)	16 (34.79%)	46 (100%)
3.	25.0-29.9	Overweight	1 (25%)	-	-	2 (50%)	-	1 (25%)	4 (100%)
4.	30.0-34.9	Obesity/ Class I	-	-	-	-	-	-	-
5.	35.0-39.9	Obesity/ Class II	-	-	-	-	-	-	-
6.	>40	Obesity/ Class III	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			31	40	33	35	27	34	200

Table No. 4: Distribution of Body Mass Index (BMI) on the basis of occupation of father:

S.No	OCCUPATION	STATUS OF BODY MASS INDEX (BMI)						TOTAL
		Under weight BMI <18.5	Normal BMI = 18.5-24.9	Over weight BMI = 25.0-29.9	Obesity/ Grade I BMI = 30.0-34.9	Obesity/G rade II BMI = 35.0-39.9	Obesity/ Grade III BMI >40	
1.	LABOUR	25 (80.65%)	4 (12.90%)	2 (6.45%)	-	-	-	31 (100%)
2.	SKILLED LABOUR	20 (86.96%)	3 (13.04%)	-	-	-	-	23 (100%)
3.	BUSINESS	39 (78%)	11 (22%)	-	-	-	-	50 (100%)
4.	FARMING/ AGRICULTURE	26 (76.47%)	8 (23.53%)	-	-	-	-	34 (100%)
5.	EMPLOYEES: Government-	33 (71.74%)	13 (28.26%)	-	-	-	-	46 (100%)
	Private-	7 (70%)	2 (20%)	1 (10%)	-	-	-	10 (100%)
6.	OTHERS	6 (75%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	-	-	-	8 (100%)
TOTAL		150	46	4	-	-	-	200

Table No. 5: Body Mass Index on the basis of education of father:

S.No.	EDUCATION	STATUS OF BODY MASS INDEX (BMI)						TOTAL
		Under weight BMI <18.5	Normal BMI = 18.5-24.9	Over weight BMI = 25.0-29.9	Obesity/ Grade I BMI = 30.0-34.9	Obesity/ Grade II BMI = 35.0-39.9	Obesity/ Grade III BMI >40	
1.	Illiterate	4 (100%)	-	-	-	-	-	4 (100%)
2.	Primary	11 (84.62%)	2 (15.38%)	-	-	-	-	13 (100%)
3.	Middle	20 (83.33%)	3 (12.5%)	1 (4.17%)	-	-	-	24 (100%)
4.	Secondary	25 (71.43%)	8 (22.86%)	2 (5.71%)	-	-	-	35 (100%)
5.	Higher Secondary	44 (75.86%)	14 (24.14%)	-	-	-	-	58 (100%)
6.	Graduation	25 (60.98%)	15 (36.58%)	1 (2.44%)	-	-	-	41 (100%)
7.	Post Graduation	21 (84%)	4 (16%)	-	-	-	-	25 (100%)
TOTAL		150	46	4	-	-	-	200

Table No. 6: Body Mass Index on the basis of education of mother:

S.No.	EDUCATION	STATUS OF BODY MASS INDEX (BMI)						TOTAL
		Under weight BMI <18.5	Normal BMI = 18.5-24.9	Over weight BMI = 25.0-29.9	Obesity/ Grade I BMI = 30.0-34.9	Obesity/ Grade II BMI = 35.0-39.9	Obesity/ Grade III BMI >40	
1.	Illiterate	14 (87.5%)	2 (12.5%)	-	-	-	-	16 (100%)
2.	Primary	25 (78.12%)	6 (18.75%)	1 (3.13%)	-	-	-	32 (100%)
3.	Middle	33 (76.75%)	9 (20.93%)	1 (2.32%)	-	-	-	43 (100%)
4.	Secondary	35 (81.40%)	7 (16.28%)	1 (2.32%)	-	-	-	43 (100%)
5.	Higher Secondary	28 (63.64%)	15 (34.09%)	1 (2.27%)	-	-	-	44 (100%)
6.	Graduation	8 (66.67%)	4 (33.33%)	-	-	-	-	12 (100%)
7.	Post Graduation	7 (70%)	3 (30%)	-	-	-	-	10 (100%)
TOTAL		150	46	4	-	-	-	200

The distribution of status of body mass index on the basis of occupation of father is explained by Table 4. It was found that most of the overweight boys belonged to fathers who were labours; most of the underweight boys belonged to fathers who were skilled labours (86.96%) whereas percentage of underweight boys was less among fathers who were employees in private sectors (70%). Highest percentage (28.26%) of boys who were found to be normal belonged to fathers who were government employees whereas least percentage of normal boys was from employees belonging to other occupations (12.5%).

The distribution of status of body mass index on the basis of father's education is explained in Table 5. It was found that illiterate fathers showed highest percentage of underweight boys whereas least percentage of underweight boys belonged to graduated fathers. Highest percentage of normal boys was associated with graduate fathers whereas least percentage was associated with fathers educated up to middle school.

Table 6 exhibits the status of body mass index on the basis education of mother. It was found that highest percentage of boys from underweight status of body mass index belonged to illiterate mothers whereas mothers who schooled up to higher secondary showed the least percentage of underweight. Highest percentage of boys from normal status of body mass index belonged to higher secondary schooled mothers whereas least percentage of normal status of body mass index was found among boys from illiterate mothers.

CONCLUSION

The result shows that 75% of the total boys were found to be underweight whereas only 23% are found to be normal. The height and weight of the boys were found to be less than the ICMR and NCHS standards but more than the ICAR standards. The association of body mass index (BMI) with occupation of father shows that least educated classes, i.e. labours and skilled labours showed very high percentage of underweight boys whereas this percentage was least among boys belonging to employee fathers (both government and private). Contrary to this, it was found that occupational categories of fathers such as business, farming/agriculture and government & private employees showed better percentage of normal body mass index (BMI) among boys as compared to the underweight status of BMI. As far as education of fathers is concerned, it was found that the highest percentage of underweight and belonged to fathers who completed their study up to higher secondary classes and normal boys were from graduate fathers. On the other hand, most of the underweight boys belonged to mothers who studied up to secondary classes whereas highest percentage of normal boys belonged to mothers who studied up to higher secondary level. This brings to the forefront that

Thus, it can be inferred from the present study that both poor economic status and educational background of the parents can possibly be the major contribution of the deteriorated health condition of the adolescent boys of Sagar city.

REFERENCES

- [1] Awasthi, N. & Kumar, A. P. 1999. Nutritional status of hill primary school children. *Ind. J Nutri. Dietet.*, 36: 453-459.
- [2] Aykroyd, W.D. and Krishnan, B.G., 1937. Diet surveys in south Indian villages. *Ind. J. Med. Res.*, 24: 667-688.
- [3] Bhasin, S. K., Singh, U., Sood, V., Gour, V. R., 1990. Height and weight of 'well to-do' school children in Haryana. *Ind. Pediatr.*, 27: 1089-1093.
- [4] Bisai, S., Bose, K. & Ghosh, A. 2008. Nutritional status of Lodha children in a village of Pashchim Medinipur district, West Bengal, *Ind. J. Pub. Heal.*, 52(4): 203-206.
- [5] Bose, K. & Bisai, S. 2008. Prevalence of undernutrition among rural adolescents of West Bengal, India. *Jour. of Trop. Pediatr.* 54(6): 422-423.
- [6] Busi, B. R., Rao, B. D., Rao, V. L. N., Girija Vani, D. S. & Hima Bindu, D. 2003. Growth progression in physical and physiological variables among Relli's: A Scheduled Caste of Andhra Pradesh. *Man in India*, 83 (1 & 2): 89-107.
- [7] Chakma, T., Meshram, P. K., Rao, P.V., Singh, S. B. & Kavishwar, A. 2009. Nutritional status of Baiga: A primitive tribe of Madhya Pradesh. *Anthropol.*, 11(1): 39-43.
- [8] Dasgupta, A., Butt, A., Kanti Saha, T., Basu, G., Chattopadhyay, A. & Mukherjee, A. 2010. Assessment of malnutrition among adolescents: Can BMI be replaced by MUAC. *Ind. J. Comm. Med.* 35(2): 276-279.
- [9] Gaur, R., Kaur, G., Saini, K. 2002. Nutritional profile and growth of Rajput children in Himachal Pradesh. *Man in India*. 82 (1 & 2): 31-41.
- [10] Joshi, M. S., Likhar, S., Agarwal, S. S., Mishra, M. K. & Shukla, U. 2014. Study of nutritional status of adolescent girls in rural area of Bhopal district. *Nat. Jour. Comm. Med.* 5(2): 191-194.
- [11] Kanade, A.N., Joshi, S.B., Rao, S. 1999. Undernutrition and adolescent growth among rural Indian boys. *Ind. Pediatr.* 36: 145-156.
- [12] Khadi, P. B., Patil, M. S., Badiger, M. S. & Khatib, J. 2004. Weights and heights of rural boys and girls in northern Karnataka. *Man in India*. 84 (1 & 2): 71-76.
- [13] Kshatriya, G.K., Singh, I.P. & Nath, S. 1981. Growth trends among Rajput males: A rural population of district Panchanahalas, Gujarat, *Ind. J. Phy. Anth. & Hum. Genet.* 7: 147-160.
- [14] Maiti, S., Ali, K. M., De, D., Bera, T. K., Ghosh, D., Paul, S. 2011. A comparative study on nutritional status of urban and rural early adolescent school girls of West Bengal, India. *J. of Nep. Pediatr.* 31(3): 169-174.
- [15] Mishra, A. and Singh, A. 2006. Dietary pattern of school going children in Varanasi district. *Ind. J. Prev. Soc. Med.* 37(3): 148-153.
- [16] Mohan I., Paliwal, A., Singh, V., Bhardwaj, S.L., Sharma, B.N. 2013. Anthropometric assessment of school children in age group 10-18 years at Jaipur. *Int. J. Res. Rev.* 5(11): 87-92.
- [17] Rao, V.L.N., Rao, B.D., Rao, C.S., Busi, B.R., 2005. Patterns of growth and physiological variables among Khond tribal population of Vishakhapatnam district, Andhra Pradesh., *Anthrop.* 7(4): 237-240.
- [18] Sankhala, A., Sankhla, A.K., Bhatnagar, B., Singh, A. 2004. Dietary status of children of Udaipur district. *Anthrop.* 6(4): 257-259.
- [19] Tiwari, M.K., Sharma, K.K.N., Bharati, S., Adak, D.K., Ghosh, R., Bharati, P. 2007. Growth and nutritional status of Bharia - A primitive tribe of Madhya Pradesh. *Coll. Anthropol.* 31(1): 95-101.
- [20] Vashisht, R.N., Krishnan, K., Devlal, S. 2005. Physical growth and nutritional status of Garhwali girls. *Ind. J. Pediatr.* 72: 573-578.

The study of transverse palmar creases among Lodhis' of Sagar district, (Madhya Pradesh), India

Anjali Pandey and A. N. Sharma

Department of Anthropology, Dr. H.S. Gour University, Sagar (Madhya Pradesh), 470003, 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: Creases provide important clues for the study of bimanual and bisexual variation. The purpose of the present investigations is to attempt the specificity of transverse palmar flexion creases among Lodhis, of Sagar district (MP), India. The basis of the study was 103 males and 102 females unrelated individuals of Lodhis'. For taking palm prints Cummins and Midlow (1859) method were fully adopted. The analysis of palmar creases was done in accordance with the method proposed by Bali and Choube (1971). The values in this study are of a qualitative in nature so the statistical interpretation of the data has been made by means of the chi-square test. The result shows significant bisexual and noticeable bimanual variation of transverse creases among Lodhis'.

KEYWORDS: Palmar Creases, Bimanual and Bisexual variation, Transverse creases.

INTRODUCTION

Palmar flexion creases are a viable method of bimanual and bisexual variation. Palmar creases are helpful in revealing anthropological characteristics viz., ethnic variations, bimanual and bisexual variations etc. and have been analyzed qualitatively and quantitatively. (Alter 1970, Choube 1977, Dar et al 1977).

Palmar creases were distinguished into major and minor creases. Major palmar creases consist of radial longitudinal crease, proximal transverse crease and distal transverse crease and minor creases are not studied so far (Park et al 2010). Many researchers studied about the creases and their variations like Bali and Choube (1971), Sharma and Bali (1984), Choube (1980), Corn (1986), Bali and Sharma (1989), Okajima (2005), Kavamura et al (2007), Sharma and Sharma (2011) etc. The objective of present study is to study the bimanual and bisexual variation among Lodhis' of Sagar district (MP), India.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the Dhana and Hilgan villages of Sagar district of Madhya Pradesh, India. The data was collected among the unrelated individuals of Lodhi caste.

The hindu population has been traditionally categorized into four varnas viz. Brahmin, Kshatriya, Vaisya and Shudra. Caste wise Lodhis' lies in between vaishya and shudra varnas. On the other hands the Government of India categorized hindu population into General, Other backward castes (OBCs), and Scheduled caste (SC). The Lodhis' belongs to other backward castes (OBCs). The Lodhis' are agriculturist by nature and a large section of them are emerged as agricultural labours.

The data was collected randomly which here constitutes 103 males and 102 females. For taking palm prints Cummins and Midlow (1859) method were fully adopted. The analysis of palmar creases was done in accordance with the method proposed by Bali and Chaube (1971). The values in this study are of a qualitative nature. So the statistical interpretation of the data has been made by means of the Chi-square (χ^2) test.

RESULT AND DISCUSSION

The result related to transverse palmar flexion creases of Lodhi caste are presented in the following tables :

Table 1: Frequency distribution of Transverse palmar crease among Lodhis'

Palmar Creases	Sex	Absolute frequency		Percentage		Rt + Lt absolute frequency (both hand combined)	Both hands combined percentage (Rt + Lt)
		Rt	Lt	Rt	Lt		
Single Radial Base Crease (SRBC)	Male	23	24	22.36	23.30	47	22.82
	Female	17	26	16.67	25.49	43	21.07
Double Radial Base Crease (DRBC)	Male	71	74	68.94	71.84	145	70.45
	Female	74	67	72.55	66.68	141	69.11
Triple Radial Base Crease (TRBC)	Male	9	5	8.76	4.85	14	6.71
	Female	11	9	10.78	8.82	20	9.81
Total	Male	103	103	100.0	99.99	206	99.99
	Female	102	102	100.0	99.99	204	99.99

- Chi-square value for sex difference (Both hands combined)
 $\chi^2 = 28.88$, df 2, $P < 0.001$ (significant)
- Chi-square value for bimanual difference among females (Both hands combined)
 $\chi^2 = 2.99$, df 2, $P > 0.1$ (insignificant)
- Chi-square value for bimanual difference among males (Both hands combined)
 $\chi^2 = 19$, df 2, $P < 0.001$ (significant)

The table-1 shows frequency distribution of transverse palmar flexion creases among Lodhis'. It may be concluded that Double Radial Base Crease (DRBC) shows highest frequency among males and females in both the hands, and it shows sinistral dominance among males, and dextral dominance among females. The Single Radial Base Crease (SRBC) shows second highest frequency among males and females in both the hands and shows sinistral dominance among male and female individuals. The Triple Radial Base Crease (TRBC) shows meager frequency among males and females in both the hands and shows dextral dominance among males and females. The transverse palmar flexion creases shows significant bisexual and bimanual variation, while among females it show insignificant bimanual variation.

Table 2: Frequency distribution of sub types of Single Radial Base Crease (SRBC) among Lodhis'

Sub types	Sex	Absolute frequency		Percentage		Rt + Lt absolute frequency(both handcombined)	Hand percentage (both hands combined)
		Rt	Lt	Rt	Lt		
S ₁	Male	2	1	8.69	4.16	3	6.38
	Female	2	1	11.76	3.85	3	6.97
S ₂	Male	6	5	26.09	20.84	11	23.40
	Female	1	4	5.88	15.38	5	11.63
S ₃	Male	15	17	65.19	70.83	32	68.08
	Female	14	21	82.35	80.76	35	81.39
S ₄	Male	0	1	0	4.16	1	2.13
	Female	0	0	0	0	0	0
S ₅	Male	0	0	0	0	0	0
	Female	0	0	0	0	0	0
Total	Male	23	24	99.98	99.99	47	99.99
	Female	17	26	99.99	99.99	43	99.99

The table-2 shows frequency distribution of sub types of single radial base crease (SRBC). It may be observed from the table that the sub types S_1 show the very meager occurrence in both left and right hands in both the sexes. The sub type S_2 exhibits dextral dominance among males and sinistral dominance among females. There is slight bimanual and bisexual variation exist. In case of sub types S_3 , it could be stated that this sub types show highest frequency in both the sexes and shows sinistral dominance in both the sexes. In case of S_4 sub types it may be concluded that this sub type is absent in females and rarely present in males. The S_5 sub type show negative occurrence in male as well as in females.

It may be concluded that the subtype S_3 shows highest frequency among males and females in both the hands, while the S_5 sub-type shows negative occurrence in both the sexes.

Table 3: Frequency distribution of sub types of Double Radial Base Crease (DRBC) among Lodhis'

Sub types of DRBC	Sex	Absolute frequency		Percentage		Rt + Lt absolute frequency (both handscombined)	Hand percentage(both handscombined)
		Rt	Lt	Rt	Lt		
D_1	Male	0	0	0	0	0	0
	Female	1	0	1.35	0	1	0.70
D_2	Male	0	0	0	0	0	0
	Female	0	1	0	1.49	1	0.70
D_3	Male	0	0	0	0	0	0
	Female	0	0	0	0	0	0
D_4	Male	0	2	0	2.70	2	1.37
	Female	1	1	1.35	1.49	2	1.43
D_5	Male	24	21	33.80	28.37	45	31.04
	Female	30	14	40.54	20.89	44	31.20
D_6	Male	47	51	60.19	68.92	98	67.58
	Female	42	51	56.75	76.12	93	65.69
Total	Male	71	74	99.99	99.99	145	99.99
	Female	74	67	99.99	99.99	141	99.99

The table-3 shows frequency distribution of subtype of Double Radial Base Crease (DRBC). It may be observed from the table that the D_1 and D_2 sub type of double radial base crease show negative occurrence among males and show very meager frequency among females. The D_3 sub type of double radial base crease is absent in both hands among male and female individuals. The D_4 sub type show meager frequency in right and left hand in both the sexes. The most frequent sub type is D_5 in right and left hands in both the sexes. This sub type of configuration comes under the category of second highest sub type of double radial base crease (DRBC). The sub type D_6 show highest frequency in sub types of double radial base crease. It shows highest frequency in both the hands and in both the Sexes.

It may be concluded that the subtype D_6 shows higher frequency among males and females in both the hands, while the D_3 subtype of crease shows negative occurrence among males and females.

Summing up the observations related to transverse palmar flexion creases among Lodhis'. It may be concluded that:

1. The Double Radial Base Crease (DRBC) shows highest frequency among both the sexes and in both the hands.
2. The transverse palmar flexion creases shows significant bisexual and bimanual variation among males and, it shows insignificant bimanual variation among females.
3. The subtype S_3 of Single Radial Base Crease (SRBC), shows highest frequency and S_5 shows negative occurrence among males and females in both the hands.
4. Subtype D_6 of Double Radial Base Crease (DRBC), shows higher frequency among males and females in both the hands, while the D_3 subtype shows negative occurrence among males and females in both the hands.
5. The Triple Radial Base Crease (TRBC) shows sinistral dominance among males and females.

It may be concluded that the transverse palmar flexion creases shows significant bisexual and bimanual variation, except females shows insignificant bimanual variation. Thus it may be stated that that the transverse palmar flexion creases may applied in the bimanual and bisexual variations.

REFERENCES

- [1] Alter M. (1970) : Variation in palmar creases. *Am.J.Dis Child* 120:424-431.
- [2] Bali, R.S. & Choube, R. (1971) : On the formulation of palmar creases, *Z. Morph. Anthropology* 61(1) : 121-130..
- [3] Bali, R.S. and Sharma, A.N. (1989) : Creases as a diagnostic tools in personal identification. *Crease Anthropology*, 91: 95, Northern Book Center Publishers, New Delhi, 100-110.
- [4] Choube R. (1977) : Palmar creases in population studies. *Am.J.Phys.Anthropo.*47:7-9.
- [5] Corn, J.G. (1996) : Palmar flexion crease Identification Presidential Trial Testimony : The Article is reprinted by T.D.I.A.I, Newsletter.
- [6] Cummins,H. And Midlo, C. (1861) : Finger prints, palms and soles; An Introduction to Dermatoglyphics, New York, Dover.
- [7] Dar H, Schmidt R, Nitowsky HM. (1977) : Palmar crease variants and their clinical significance: a study of newborns at risk. *Pediatr.Res* 11:103-108.
- [8] Park, J.S., Shin, D.S., Jung, W. and Chung, M.S. (2010) : Improved analysis of palm creases : *Journal of Anatomy and cell Biology*.
- [9] Sharma, A.N. and Bali, R.S. (1984) : Palmar flexion crease specificity in four Indian population. *Indian Journal of physical Anthropology and Human genetics*, 10(1) : 51-53.
- [10] Sharma, D.K. and Sharma, V. (2011): Prevalence's of Simian, Sydney and Suwon Creases and their Association with Each other, Body sides handedness, sex and Anomalies/Diseases/ Syndromes in population of Central Indian. *International Journal of Morphology*, 29(3) : 1069-1075
- [11] Kavamura, I., Neru, G., Noonam, J. and Alexispors (2007) : Distal phalangeal creases : More evidence of this feature in disorder of the RAS Signalling pathway : *European journal of Medical genetics*, Vol. 50, No. 6, 482-483.

COMMERCIAL BICYCLIST INJURIES IN KISUMU CITY, KENYA: AN EPIDEMIOLOGY OF A NEGLECTED PROBLEM

CHOLO WILBERFORCE¹, WILSON ODERO², and DIANA MENYA³

¹Department of Public Health, Mount Kenya University, Kenya

²School of Medicine, Maseno University, Kenya

³Department of Epidemiology and Nutrition, Moi University, 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: *Background:* Commercial bicycling has become a popular mode of transportation in Kenya, in both rural and urban areas since early 1990's. In Kisumu city, however, its related injuries cause significant morbidity and mortality. Many road users have viewed their presence in the roads as the cause of congestion, confusion, fear, and decreased safety in the roads in the road system.

Objectives: The primary objectives were; to determine demographic characteristics of the commercial bicyclists, magnitude and characteristics of road traffic crashes and injuries involving commercial bicycling.

Methods: Cross-sectional descriptive study involving review of medical and traffic police records in New Nyanza Provincial General Hospital, Kisumu District hospital, and Traffic police station records departments respectively, was used to status of bicyclist crashes and injuries in Kisumu City. Hospital and police records were reviewed to determine road traffic crashes and injuries involving commercial bicyclist for a period of one year, 1st January 2008 to 31st December 2008. Information about injury disposition, severity, outcome of injuries were entered in designed forms.

Results: A total of 209 patients were treated for bicycle- related injuries in both hospitals and 64 cases were recorded in police records. The age group most affected in road trauma involving bicyclists was 21-30 years accounting for 32.1%. 45.9% were pedestrians hit by bicyclists, 46.9% of the bicycle related casualties reported by the traffic police were slightly injured, 28.1 % were seriously injured and 25% were fatal cases. Of the fatal cases 56.3% were passengers carried by bicyclists, 25% were pedestrians knocked by bicyclists and 18.7% were bicycle riders. 9.3% of injuries occurred in major roads within the city. The majority of casualties in police derived data were adults aged above 16 years (78.2%).

Conclusion: The high prevalence of bicycle related cases calls for a review of the local situation so that concerted efforts are made to design coordinated and effective interventions for commercial bicyclists. The age group most commonly affected in road trauma involving bicyclists was 21-30 years. Over three quarters of the patients who sustained bicycle related injuries were aged below 40 years and were mainly males.

Cut wounds were most commonly sustained followed by head injuries, dislocations, fractures while lacerations and contusions are sustained less. Most of those who died sustained head injuries.

KEYWORDS: Commercial bicycle, fatalities, Injuries, Casualties, Injury disposition, injury outcome, severity, morbidity, burden

INTRODUCTION

Road traffic crashes and injuries constitute a major health, economic and developmental challenge to developing countries, especially those in Africa. Each year, an estimated 1.2million people are killed in road crashes and 50 million injured worldwide¹. Road traffic injuries are currently ranked 9th among the leading causes of disease burden, in terms of disability adjusted life years (DALYS) lost.¹

There are about 800 million bicycles in the world, twice the number of cars². In Asia alone, bicycles carry more people than do all the world cars. Nonetheless, in many countries, bicycle injuries are not given proper recognition as a road safety problem and attract little research². In Beijing China, about a third of all traffic deaths occur among bicyclists³. In India, bicyclists represent up to 21% of road users fatalities, the second largest category after pedestrian⁴. China is one of the developing countries where public policy until recently has encouraged the use of bicycles as a form of commuting⁵. Kisumu city has approximately 14000 commercial bicycles. In the United States, there are 67 million bicyclists who ride approximately 15 billion hours per year³. Each year, approximately 750 persons die from injuries due to bicycle crashes and over 500,000 persons are treated in emergency departments. While over 90% of deaths from bicycle-related injuries are caused by collisions with motor vehicles⁴, these collisions cause less than 25% of non-fatal head injuries. Head injury is by far the greatest risk posed to bicyclists, comprising one-third of emergency department visits, two-thirds of hospital admissions, and three-fourths of deaths.

Accident studies in USA show clearly that motorists were judged to be solely at fault in only 28% of car-bicycle collisions, cyclists solely at fault in 50% collisions and both were at fault in 14%⁶. In Kenya no such information has been documented.

A study done in Kenya using police records compiled for 10 years (1986-1995) shows that cars were responsible for 41.3% of accidents, lorries and buses responsible for 3.1%, pedal cycle 3.9% and animals and handcrafts were responsible 1.61% of the accidents⁷.

A recent global road safety project (GRSP) study shows that about 10% of global road deaths in 1999 took place in sub-Saharan Africa where only 4 percent of global vehicles are registered, conversely, in the entire developed world, with 60% of all globally registered vehicles, only 14% of road deaths occurred⁸. However, given the widely recognized problem of under reporting of road deaths in Africa; the true figures are likely to be much higher, as the police reported road fatalities represent only the tip of the pyramid. The WHO estimates that 190,191 road traffic injuries occur in sub-Saharan Africa annually⁹.

As in other developing countries, males are over involved in road traffic crashes and account for 67% of those killed¹⁰. This can partly be explained by their greater exposure to traffic as drivers and as frequent travelers in motor vehicles for work and leisure activities. Females are involved mainly as passengers and pedestrians. In Botswana, for instance, a recent study showed that females accounted for as high as one-third of all pedestrian fatalities⁸. The incidence of bicycle related injuries varies between countries. This is partly due to factors such as road design, the traffic mix, climate and cultural attitude. Over 75% of fatal bicycle injuries are due to head injury¹¹. Among children, bicycle crashes are the leading cause of head injury¹².

Most bicycle related injuries occur to the upper or lower extremities, followed by the head, face, abdomen or thorax and neck¹³. Most of the injuries involve superficial trauma such as "abrasions road rash" contusions and lacerations¹⁴.

Commercial bicycling has become a popular mode of transportation in Kenya, in both rural and urban areas since early 1990's. In Kisumu city, however, its related injuries cause significant morbidity and mortality. Many road users have viewed their presence in the roads as the cause of congestion, confusion, fear, and decreased safety in the roads in the road system¹⁵. Bicyclists and pedestrian also non as non motorized are among the most vulnerable road users and represent an important group to target for reducing road traffic injuries. Bicyclists have especially poor safety behaviour when compared to other road user groups

The massive influx of bicycles in the city has led to major conflicts within the existing transportation channels. Hence a major challenge to both the City and the traffic police department today is how to tackle the large number of accidents and integrate this economic activity into the urban transport while minimizing user conflict and ensuring safety¹⁵. There is a significant absence of information in the literature regarding the nature of bicyclist crashes, especially those involving commercial bicyclist. However more focus is on motorcyclists.

The objective of this study was to determine the demographic profile of victims of, magnitude and characteristics of road traffic crashes and injuries involving commercial bicyclists.

METHODS

This was a cross sectional study involving review of records of bicycle related injuries presenting to two major government hospital providing accident and emergency service in Kisumu city. This city has an estimated population of 970000.

Data were also obtained from traffic police records.

MEDICAL RECORDS

The study was conducted from the main records office after obtaining approval and permission from the administration of the participating hospitals. A review of records was carried out at New Nyanza Provincial Hospital and Kisumu District hospital at the records office. New Nyanza Provincial Hospital lies along the Kisumu –Kakamega road. It is the largest Hospital in the region which not only serves people from Nyanza province but also People from Western and some part of Rift Valley. This hospital is a Level 5 referral hospital located by the lakeside city of Kisumu. Kisumu is Kenya's third-largest city and shares a common heritage with Nairobi and Mombasa as having developed from a port into a city with the construction of the Uganda Railway under the East Africa Railways and Harbors Corporation. The 450-bed capacity hospital is the largest hospital in Kenya's Nyanza province and sits right at the shores of Lake Victoria, the largest fresh water lake in Africa. Like other provincial general hospitals in Kenya, it is the best equipped in terms of resources and personnel to handle the more complex medical cases in the immediate region. Referrals within the region from District and Mission hospitals are referred to this hospital and on the Kenyatta National Hospital from this hospital. In terms of electives, this hospital offers wide exposure to clinical experience in dealing with tropical and infectious diseases, with a high prevalence of malaria, HIV/AIDS-related and opportunistic diseases such as tuberculosis. It has a casualty department with high traffic and students can also work in the wards related to internal medicine, pediatrics, obstetrics and gynecology and surgery. Kisumu District Hospital, located approximately one kilometer from New Nyanza Provincial General Hospital, has 150 beds capacity with two medical wards. Approximately 20-25 patients are admitted daily. The two hospitals were chosen in this study because they are both public hospitals and the services provided are relatively inexpensive as compared to private hospitals. Most road traffic crash victims are taken to the public hospitals.

After obtaining information for all road traffic injuries and crashes from the hospital records, files and summarized information in Ministry Of Health (MOH 504) and (MOH 268) forms for those injured because of involvement of commercial bicyclists in one way or another were retrieved so as to characterize the crashes and injuries and ascertain the magnitude. The following data were extracted;

- i. Time,
- ii. Date of injuries and crashes,
- iii. Diagnosis (e.g. head injury) and
- iv. Outcome (dead discharged having fully recovered, referred).

The reports, compiled by the health information system was based on data submitted quarterly by some health facilities and was found to be grossly incomplete and imprecise with respect to demographic characteristics and nature of injury.

POLICE RECORDS

The department is served with a well-coordinated network of officers who investigate reported road crashes. The vehicles involved in crash/accidents are not supposed to be taken away from the scene until information about the crash is recorded. This should be done by entering the details in an accident report forms but always recorded in registers. In practice many details are left out (Odero, 1995).

The Kenya police routinely collect and store data on crashes involving personal injuries or fatality. Police reports are the single most comprehensive source of data on traffic crashes in Kenya, as they are collected by every police station using standard forms and submitted to police headquarters for collation and analysis. Files and P41 forms containing information on crashes recorded from January, 2008 to December, 2008 were reviewed and with the help of one police officer a pre-designed forms were filled by two survey assistants who were deployed for this purpose. The following data were extracted and recorded; Crash severity (whether fatal, serious, or slight), category of road user affected, vehicle involved and causes of crashes, mainly attributed to Human error, vehicle defects and traffic environment as judged by the investigating officers.

ETHICAL CLEARENCE

The study was reviewed and cleared by Institutional Research and Ethics Committee (IREC) from Moi University/Moi Teaching and Referral Hospital. Thereafter permission was sought in writing from the medical Superintendents of the two hospitals and police commandant. They were also requested to assign one of the officers concerned with records to assist in data collection.

DATA ANALYSIS

The quantitative data were entered into SPSS version 10 programme. Data were edited to check for discrepancies and errors. The data were analyzed using various statistical tests. Descriptive statistics were done, cross tabulation, Chi square tests and ANOVA test were performed. The data were summarized in the tables and graphs, upon which the references were drawn.

RESULTS

DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS

A total of 209 patients' files for both inpatients (98) and outpatients (111) who attended the hospital during the period January to December 2005 were retrieved. This was 45.8% of all road traffic injuries treated during the period January 2005 to December 2005. The age range of patients was 5-70 years with a mean of 33 years. The age group most commonly affected in road trauma involving bicyclists was 21-30 years (32.1%); over three quarters of the patients were aged below 40 years. Males were affected in 82.3% of the cases and females 17.7% giving a male to female ratio of 4.6:1. Of the total number of casualties from bicycle related injuries pedestrian comprised 45.9%, bicyclists (22.8%), drivers (2.1%), passengers (11.2%) as shown in Table 1.

Table 1. Demographic characteristics

Characteristic	No.	%
Age		
0-10	12	5.7
11-20	46	22
21-30	67	32
31-40	40	19.1
41-50	40	19.1
51-60	17	8.1
>60	3	1.4
Sex		
Male	172	82.3
Female	37	17.7
Road user category		
Bicyclists	22	22.8
Driver	2	2.1
Passenger/Occupant	11	11.2
Pedestrian	45	45.9
Total inpatients	98	46.9
Outpatients	111	53.1
Total	209	100

CAUSE OF INJURY INVOLVING BICYCLISTS AMONG HOSPITAL ADMISSIONS.

The majority of those injured by bicyclists were pedestrian, they accounted for 45.9%; 15.3% were collisions involving other bicyclists; 12.3% were collisions involving motorized vehicles including lorries, matatu and tricycle; 11.2. % fell off while carried by bicyclist after a crash with another bicycle, while 8.1% lost control and were injured.

61.9% of cases injuries who stayed in hospital for over 6 days were collisions of bicyclists with motorized vehicles. Of those knocked by a bicycle, 31.1% stayed in hospital for 1-3 days, 8.7% for 4-5 days. Of the patients who were admitted 27.5% stayed in hospital for 1-3 days, 17.3% stayed for 4-5 days, 15.3% for 6-8 days, 18.4% stayed for 9-11 days while 21.5% stayed in hospital for over 12 days. There was no significance difference in mean between cause of injury and the number of days taken in hospital. ANOVA= 0.785 P= 0.001(Table 2).

BODY REGION OF INJURY

The most frequently occurring injuries to cyclists were head injuries (39%) and upper extremity injuries (27%), followed by external injuries (15%) and injuries to the lower extremities (10%). Injuries to the upper extremities have shown an almost steady increase from 9% of all cyclist injuries. Head injuries accounted for the highest proportion of critical injuries (65%) and severe injuries (78%) to cyclists. Injuries to the lower extremities accounted for almost half of all serious injuries.

NATURE OF INJURY BY PATIENT DISPOSITION AND OUTCOME

Table 3 shows that, among the inpatients (98), cut wounds were most commonly sustained (24.5%). Head injuries accounted for 23.7%, and dislocations 15.3%, fractures constituted 12.3% while lacerations and contusions accounted for 14.2% and 10.3% respectively.

The pattern of diagnosis of type of injuries is reflected in the disposition / outcome pattern where the majority of the patients were treated and discharged (64.3%). Overall 20.4% of patients with bicycle related injuries died and 15.3% were referred. Of those who died, 60% sustained head injuries, 15% dislocations, 10% fractures, another 10% sustained cut wounds. Of those who were referred 40% sustained cut wounds, another 40% had sustained head injuries, 15.5% sustained fractures. Those who were treated and discharged sustained cut wounds accounted for 25.4%, lacerations (20.6%), contusions (15.8%), and fractures (12.8%).

There was significant relationship between diagnosis and outcome of the injuries ($F=61.54$ $p=0.000$).

53.1% were outpatients accounting for the majority of injuries involving commercial bicyclists. All outpatients were diagnosed as having Soft Tissue Injuries (STIs). The actual diagnosis of injuries sustained could not be ascertained from the files, MOH 504 or MOH 268 forms because they were treated and went home with their treatment cards.

As shown in Table 4, 46.9% of the bicycle related casualties reported by the traffic police were slightly injured, 28.1 % were seriously injured and 25% were fatal cases. Of the fatal cases 56.3% were passengers carried by bicyclists, 25% were pedestrians knocked by bicyclists and 18.7% were bicycle riders. Of the serious injuries 44.4% were pedestrians, 36.6% were bicyclists and 19% were passengers. Of the slight injuries, 40% each were bicyclists and pedestrians, 13.3% were passengers while drivers involved were 6.7% in bicycle related crashes. There was significant relationship between casualty category and injury severity, ($F= 52.2$; $p=0.001$).

Table 2. Cause of injury involving bicyclists among hospital admissions.

Cause of injury	Number of cases	%
Pedestrian hit by a bicyclists	45	45.9
Head on collision by another cyclists	15	15.3
Bicyclist hit by matatu	5	5.1
Bicyclist hit by a lorry	4	4.0
Bicyclist hit fixed objects	7	7.2
Bicyclist hit by a tricycle	3	3.2
Fell down while carried by a cyclist after a crash with another	11	11.2
Lost control	8	8.1
Total	98	100

Table 3. Nature of injury by patient disposition and outcome

Diagnosis	Outcome			
	Treated & discharged	Referred	Dead	Total/%
Cut wounds	16	6	2	24(24.5)
Lacerations	13	0	1	14(14.2)
Contusions	10	0	0	10(10.3)
Fractures	8	2	2	12(12.3)
Head injury	5	6	12	23(23.7)
Dislocation	11	1	3	15(15.3)
Total	63(64.3%)	15(15.3%)	20(20.4%)	98(100%)

Table 4. Severity of injuries sustained and Casualty category

Injury severity	Casualty category				
	Bicyclists	Drivers	Passengers/occupants	Pedestrian	Total
Slight	12	2	4	12	30(46.9%)
Serious	7	-	3	8	18(28.1%)
Fatal	3	-	9	4	16(25%)
Total	22(34.4%)	2	16(25%)	24(37.5%)	64(100)

Table 5. Causes of road crashes involving commercial bicyclists in Kisumu City

Factor	No.	%
Human factors	39	62.5
Road environment	10	15.5
Vehicle factors	8	12.5
Other factors	7	9.5
Total	64	100

DAY WHEN THE INJURIES WERE SUSTAINED

Most injuries involving bicyclists occurred on Fridays (31.3%) and Sundays (21.8%), while the lowest number of bicycle injuries occurred on Saturdays (4.8 %). Almost three quarters of the injuries occurred during weekdays (73.4%) and only 26.6% occurred on weekends.

At the same time, the majority of these injuries occurred during the day (6.00am-7.00pm) accounting for 67.4%, only 32.6% occurred at night (7.00pm-6.00am).

DISCUSSION

Findings from this study present an insight into the epidemiology of bicycle related injuries in Kisumu City as case study for Kenya. The high levels of bicycle related injuries as was recorded and reviewed from both medical and police records departments are very alarming. This was 45.8% of all road traffic injuries treated during the period January 2006 to December 2006. This is extremely high compared to those reported by other researches done on road traffic injuries which have shown that the proportion of all bicycle injuries ranges from 11 to 21%¹⁶. The burden to the society from this injury is substantial. It can be attributed to variable levels of exposure to specific environmental conditions as well as human behaviour. This could increase if no efforts are made to implement intervention strategies identified. This means that bicycle specific interventions are urgently needed rather than the currently generalized road accident prevention programmes.

The demographic profile of those injured according to this study was similar to the general road traffic injuries. Most of the patients were predominantly young male aged 11-30 years. The age group most commonly affected in road trauma involving bicyclist was 21-30 years. In the police derived data, the ages of those killed or injured are classified into two broad groups: Children under 16years and adults aged 16 years and above. In this study, majority of the casualties involving bicyclists were adults comprising of 78.2%. Statistics for 1983-1990 show that children accounted for 10% of all casualties. Between 14% and 19% of the juvenile victims were killed, while the case fatality rate of adults was lower (10-14%). Other reports indicate high involvement of young population in non-fatal crashes¹⁶. Unfortunately, police statistics are very often incomplete, since many collisions are not reported.

Injury severity is often used as a measure of health consequences of the road crashes; injury is classified on the basis of the information available to the police within a short time after the crash. Classification may not reflect results of medical examination and are largely influenced by whether a casualty is hospitalized or not. Injury is classified as fatal if death occurs on the spot or any time after hospitalization. There is no defined time interval, though the police mostly report only deaths that occur on the spot. This represents an under reporting of the actual number of road fatalities. The study revealed that majority of the casualties were slightly injured, 46.9%, others had serious injuries (28.1%) and 25% had fatal injuries. The survey done by the Ministry of Transport reported that 13.86% were fatal accidents, 38.89% were serious injuries and 47.19% were slightly injured for the period between 2001 to 2005¹⁷.

Many bicyclist injuries were reported from the hospital, 209 cases as compared with only 64 casualties from police data. Since the police only records only crashes that are reported and deaths occurring on the spot, this tends to underestimate

the true magnitude of road traffic casualties. The majority were outpatients who were only diagnosed as having soft tissue injuries. A large proportion of trauma victims are managed on outpatients' basis. This places considerable work load on the hospitals' outpatients departments in terms of the demand for sufficient medical supplies, facilities and personnel. This implies that significant amounts of time as well as the attention of the medical and nursing staff are likely to be diverted towards caring for trauma victims involving commercial bicycles at the expense of other patients. The actual diagnosis of the injuries sustained by out patients could not be precisely ascertained and described from their files because such information was written in their notebooks or treatment cards, which are not always retained within the hospital registry but are taken home with them after treatment.

Pedestrians hit by bicyclists made up the largest proportion of road traffic injuries (45.9%). This was followed by bicyclists themselves who sustained injuries after collision that involved motorized vehicles or lost control. This study concurs with other road traffic injuries reported from both developed and developing countries where the majority of patients are pedestrians¹⁸. Several studies on road traffic injuries indicate that pedestrian are the most vulnerable and pay a heavy toll for their exposure to road traffic¹⁸. This study reaffirms the vulnerability of the pedestrians and bicyclists to road traffic crashes. This implies that road safety interventions should focus on both vulnerable groups and the context of crashes.

Cut wounds, head injuries, dislocations, lacerations, fractures are the most common injuries sustained by commercial bicyclists. The pattern of diagnosis of type of injuries is mirrored in the disposition / outcome pattern where majority of the patients were treated and discharged (64.3%). Those who died or referred were few. Most of those that died had head injuries. Head injuries occur in 22 to 97% of injured bicyclists often as a result of collision with a motor vehicle and are responsible for over 60% of all bicycle related deaths and the majority of long term disabilities¹⁹.

The predominance of males over female is also a worldwide trauma phenomenon. Because trauma affects males, the young population, it results in the loss of more working years than all other causes. The loss, pain, suffering or incapacitation of the young is tragic.

Most of injuries 59.3% occurred in major city roads compared to 21.9% on highway, round about and intersections 7.9%. This finding likely reflects the proportion of major road users (traffic mix) as well as the fact that high speed are possible on major city roads and highways with concomitant injury potential. In the study done in Kampala 59% of injuries occurred in a highway²⁰.

The majority of the accidents occur during the day particular in the evening from 4.00pm to 7.00pm. This is particularly because most commercial bicyclists operate more during the day. Most of these occurred on Friday and Sunday and involve the pedestrian and bicyclists. This could be probably because these are the busiest days in Kisumu City. Such information is important for design of preventive strategies to curb the road carnage.

The study revealed that most victims sustained cut wounds followed by head injuries and majority of those admitted were discharged alive (64.3%).

CONCLUSION

The study has provided data on the magnitude and characteristics of commercial bicycle related crashes and injuries. The high prevalence of bicycle related cases calls for a review of the local situation so that concerted efforts are made to design coordinated and effective interventions for commercial bicyclists. Commercial bicycle related injuries in Kisumu contribute 45.8% of all road traffic injuries among the patients who reported for treatment in hospitals. The results of this study were found to be generally consistent with other international studies in terms of the findings relating to the profile of cyclists, crash characteristics, injury severity and the most common types of injury. The majority of cyclists involved in crashes were young and predominantly male.

The study has revealed that injuries occur in major city roads, highway, roundabouts and intersections mainly during the day on weekdays particularly from 4pm-7pm.

The age group most commonly affected in road trauma involving bicyclists was 21-30 years. Over three quarters of the patients who sustained bicycle related injuries were aged below 40 years and were mainly males.

Cut wounds were most commonly sustained followed by head injuries, dislocations, fractures while lacerations and contusions are sustained less. Most of those who died sustained head injuries. The study is of its own kind in Kenya and due to the fact that it was restricted to only two hospitals, this may deny the study external validity necessary to project the findings to a wider population. Moreover, routine road traffic records generally lacked information on gender of the victims. Therefore, the sex-specific distribution of the affected casualties could not be established from police statistics. Some

characteristics of the injuries sustained by out patients could not be ascertained from their files because such information was written in their notebooks or treatment cards which are not always retained within the hospital registry. Nevertheless, there are possibilities that the situation in Kisumu City does not differ much from other parts of the country although the casualty figures may be lower in rural areas and small towns. It is therefore imperative that more comprehensive studies be undertaken to provide more information through a variety of data sources including population based survey and prospective studies in selected region and various hospitals.

The findings will help in stimulating interest among researchers, various government agencies and the public in this major health problem.

REFERENCES

- [1] Krug E. ed Injury. A leading cause of global burden of disease, WHO Geneva 1999. Rotterdam A.A Balkema publisher, 1998, 579-582
- [2] Brass P. Injury prevention and international perspective, New York, Oxford University Press, pp 274-276, 1998
- [3] Ryan GA, Ukai T. Prevention and control of road traffic accidents, Peoples Republic of China (assignment report) Manila, World Health Organization. Pp.24-27, 2007
- [4] Savill, Bicycle related Injuries. Harborview Injury Prevention and Research Center 1996),
- [5] Sarima S.M et al Road accidents in India and other South East Asians Countries, *Journal of Traffic Medicine* 2000, 54:269-274
- [6] Lowe MD. The bicycle, vehicle for the small planet. Washington, DC. World Watch Institute, 1989; 90:18-20
- [7] Hunter T, William K, and Jane W. Pedestrians and bicycle crash types of the early 1990's U.S Department of Transportation, 1996:95-163.
- [8] Odero W. Road Traffic accident in Kenya. An epidemiology appraisal. *East Africa Medical Journal* Vol. 72, No. 5, May, 1995, pp 299-305.
- [9] Jacobs G, Aeron-Thomas A. (TRL limited). African road safety review: final report. *Global Road Safety Partnership*: 2000; 23-24
- [10] World health Organization. A report on road traffic injuries. World Health Report 2004 1-31.
- [11] Odero W. Alcohol related injuries in Eldoret, Kenya, *East Africa Medical Journal* 1998: Vol 75, No12 pp708-711
- [12] Leblac J.C, Bealtie T.L Cuhigan C. Effect of legislation on the use of bicycle helmets *Canadian Medical Association Journal* 2002, 166: 1592-159
- [13] Coffman S. Bicycle injuries and safety helmets in children, review of research, *Orthopaedic Nursing* 2003, 22:9-15
- [14] Ross A. et al eds. Towards safer roads in developing countries. A guide for planners and engineers, Crowthorne Transport research laboratory, 1991:68-69.
- [15] Aeron, Thomas. A review of road safety management and practice. Final report, crowthorne transport laboratory, 00 216, 2002.
- [16] Cholo W., Menya D, W. Odero. Role of Commercial Bicyclists in Road traffic crashes and injuries in Kisumu city Kenya. Thesis report. Moi University.
- [17] Odero W., Khayesi M., Heda PM. Road Traffic Injuries in Kenya. Magnitude, Cause and Status of intervention, *Injury control and safety promotion*, 2003 10:53-61
- [18] Daily Nation, October 20, 2006
- [19] Peden MM. Adult pedestrian prevention traffic trauma in Cape Town with special reference to the role of alcohol. World Health Organization report, pp 87-89, 1997.
- [20] Puramik S., Long J. Coffman's profile of pediatric bicycle injury *South Medical Journal* 1998; 91 1033-1037
- [21] Andrew C.N., Kobosingye O.C and Lett R. Road traffic accident and injuries in Kampala. *East Africa Medical Journal* 1999;76 189-194

PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY IN UGHELLI AND ITS ENVIRONS, DELTA STATE NIGERIA

Moses O. Eyankware¹, Desmond O. Ufomata², Effam C. Solomon¹, and Obinna C. Akakuru³

¹Department of Geology, Faculty of Science, Ebonyi State University, Abakaliki. P.M.B. 053, Ebonyi State, Nigeria

²Department of Geology, Faculty of Physical Science University of Benin, Edo State, Nigeria

³Department of Geography and Environmental Studies, Alvan Ikoku Federal College of Education, Owerri, 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: Groundwater samples were collected from Otovwodo-Ughelli and environs with the aim of assessing groundwater quality of the area. Twenty (20) water samples from Boreholes (BH) (six) and Hand dug wells (HDW) (fourteen) were randomly sampled and were analysed for different physiochemical and bacteriological parameters. The following 16 parameters have been considered viz: pH, Electrical Conductivity, temperature, Total hardness, Total Dissolved Solids, dissolved oxygen, Biological Oxygen Demand, phosphate, sulphate, chloride, nitrate, calcium, sodium, chloride, magnesium and Total Suspended Solids. On comparing the results against drinking quality standards laid by World Health Organization and Nigeria Industrial Standard, it was found that the water quality parameters were not above the (WHO, 2011 and NIS, 2007) permissible limit. Microbial analysis reveals the presence of coliform and E.coli in two hand-dug well (HDW7 and 13) and one borehole well (BH20). These contaminations are perhaps traceable to have originated from human activities (Septic tanks, latrines, dumpsites) and have affected the quality of groundwater in Otovwodo-Ughelli. From the Piper trilinear diagram, the dominant ionic species is alkali bicarbonate water type, with bicarbonate as the predominant ion ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) - HCO_3^- .

KEYWORDS: Groundwater, Pollution, Ughelli, Nigeria Industrial Standard and WHO Standard.

1 INTRODUCTION

Water has always been an important and life-sustaining drink to humans and is essential for the survival of all known organisms (Greenhalgh, 2001). About 80% of the earth's surface is covered by water out of which only a small fraction is available for consumption. The rest is locked up in oceans as salt water, polar ice caps, glaciers and underground (Lamb, 1985). Groundwater is already used throughout the world through wells and boreholes. Groundwater is a reliable source of water supply, because it is often unpolluted due to restricted movement of pollutants in the soil profile (Dara, 1995). Groundwater is both important to the rural and urban dwellers. The three (3) main problems man contends with are, little water, too much water and polluted water (Ayoade, 1988, and Adebola, 2001). Water which is a vital resource of life is increasingly being polluted in wake of modern civilization, industrialization, urbanization and population growth, poor land use system, agricultural activities, that have led to fast degradation of our groundwater quality as well as several other anthropogenic activities that are impacting on the environment (Adeyeye et al., 2004).

The desirability of water resources evaluation becomes most evident when it is recalled that the resource is heavily impacted by both natural and anthropogenic pollution incidences (Akakuru et al., 2013). Moreover, since water is necessary for the daily activities of animals and humans, however, increase in population has led to increase in demand for potable water; inhabitants of the area depend solely on groundwater for domestic and other uses (Eyankware et al., 2014). In the same vein, both the quantity and quality of water are affected by an increase in anthropogenic activities and any pollution either physical or chemical causes changes to the quality of the receiving water body (Aremu et al., 2011). Chemical contaminants

occur in drinking water throughout the world which could possibly threaten human health. This has led to the assessment of groundwater potability of Ughelli.

This study aims at assessing the physicochemical and bacteriological assessment of groundwater quality in Ughelli, Ughelli North local government area of Delta state.

1.1 LOCATION AND CLIMATE OF STUDY AREA

The study area lies between longitude $6^{\circ}05'E$ to $6^{\circ}22'E$ and latitude $5^{\circ}35'N$ to $5^{\circ}50'N$. The study area is Otovwodo-Ughelli, Delta State.

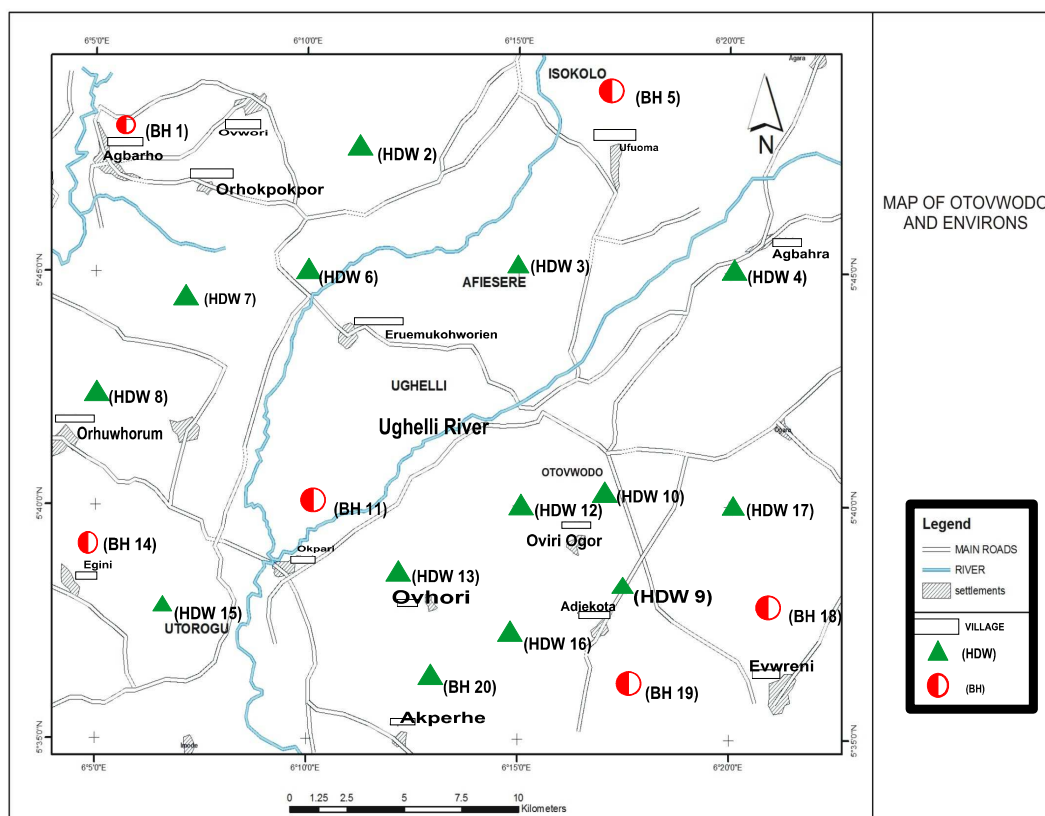


Figure 1: Map of Otovwodo and Environ Showing Borehole and Hand-dug well Site.

2 GEOLOGIC SETTING

The subsurface geology of the Niger Delta basin to which Otovwodo-Ughelli belongs is well established as shown in Figure.1. The basin fill is made up of three Formations, namely from the oldest to the youngest Akata, Agbada and Benin Formations. The Akata formation is composed of continuous shale and about 10% sandstone. The shale is believed to be over pressured and under-compacted. It ranges from Eocene to Recent and was deposited under marine conditions. Agbada Formation comfortably overlies the Akata Formation (C.S Nwajide, 2006; Murat,1970; Asseez, 1989; Short et al., 1967; Frank et al., 1967). It is a paralic sequence of alternating shale and sandstone with variable age ranging from Eocene in the north to Pliocene/Pleistocene in the south, and Recent in the Delta surface. Its lateral equivalent at the surface, the Ogwashi-Asaba Formation and Ameki Formation are of Eocene – Oligocene age. The continental Miocene-Recent Benin Formation conformably overlies the Agbada Formation. It is composed of 90% sands and about 10% shale/clays; the sand ranges from gravelly, coarse to fine grained (Akpoborie et al., 2011).

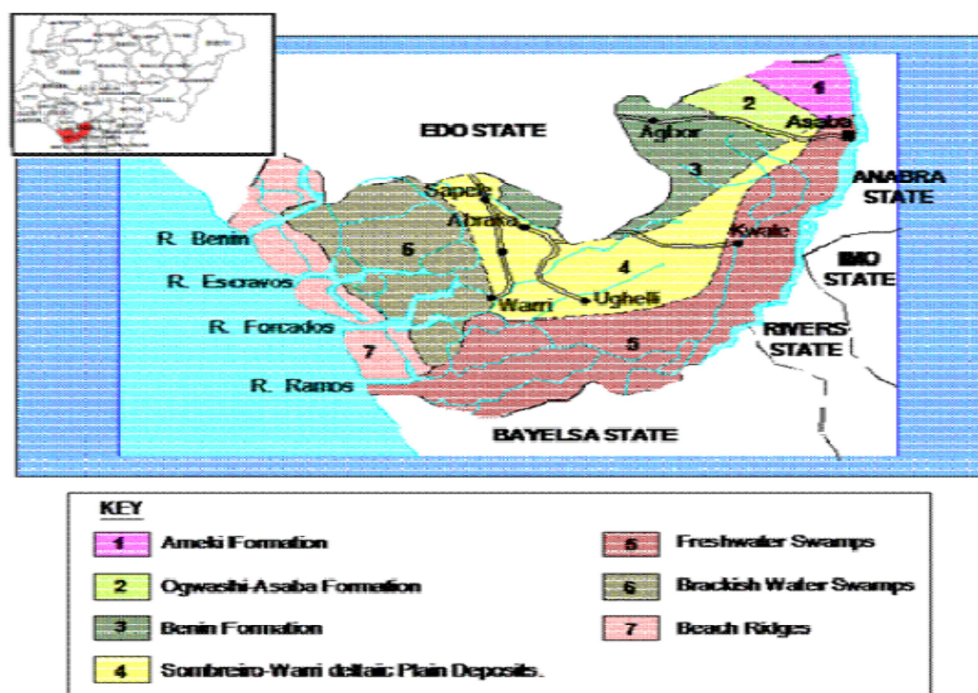


Figure 2: Geological Map of Delta State (Adapted from NGSA, 2004).

3 METHODOLOGY

3.1 MATERIALS AND METHODS

Samples collection twenty drinking water samples were collected from different drinking water sources viz., tap, borehole and hand-dug well, Ughelli in autoclaved bottles (1 litre capacity) under aseptic conditions. The pH of the sample was measured immediately after sampling and stored in refrigerator for further assessment of their physiochemical and bacteriological examination.

3.2 PHYSICOCHEMICAL ASSESSMENT

Physical and chemical parameters of water samples were tested by using multi parameter water testing kit method APHA, 1989. Various physicochemical parameters: PH, temperature, Total dissolved solid (TDS), Electrical conductivity, DO, BOD, Total hardness, Calcium, Magnesium, Sodium, Total Dissolves solvent, Chloride, Bicarbonate, Sulphate, Phosphate and Nitrate

3.3 BACTERIOLOGICAL ASSESSMENT

The bacteriological examination of water samples were assessed by MPN test and total plate count method (Batterman et al., 2000). Total plate count can indicate the total count of bacteria in water, purification treatment efficiency, and the polluted degree of pipes. Too high total bacterial the water has already been polluted by microbes (Batterman et al., 2000). Therefore, total plate count is an important parameter indicating whether the drinking water has been polluted by microbes, and can be used essentially to assess the disinfection effect. Drinking water with a total plate count of 100–500 CfU/ml will harm the health of human beings APHA, 1998.

4 RESULT

Table 1. Result of the Physicochemical Analysis of Water samples

Sample code	pH	Temp	TDS	Electrical Cond	DO	BOD	Total Hardness	Ca	Mg	Na	TSS	Chloride	Bicarbonate	Sulphate	Phosphate	Nitrate
		(°c)	(mg/l)	(µs/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
BH1	6.41	29.2	7	14.01	3.20	1.10	1.74	5.21	0.05	0.17	6.13	3.06	1.93	0.16	BDL	BDL
HDW2	6.58	29.3	20	39.60	4.00	2.00	8.95	0.68	0.03	2.02	5.37	10.55	6.49	0.85	0.07	0.01
HDW3	6.05	29.4	68	136.60	3.70	1.70	27.72	9.52	1.19	6.63	7.19	38.76	15.25	1.76	0.06	0.02
HDW4	6.73	29.6	4	8.90	3.90	1.80	1.12	0.29	0.05	1.11	6.54	2.78	1.17	0.33	0.01	BDL
BH5	6.91	29.7	87	122.8	3.60	2.10	32.41	15.98	1.41	9.62	7.23	37.04	13.40	2.89	0.14	0.03
HDW 6	6.98	29.4	18	34.90	3.00	1.20	9.13	2.14	0.72	2.23	7.84	9.13	4.52	1.65	0.08	0.05
HDW 7	6.22	30.2	51	101.20	4.20	1.60	26.18	11.07	1.95	7.71	7.19	20.05	10.18	2.28	0.12	BDL
HDW 8	7.01	29.6	136	271.01	4.50	2.20	41.76	18.42	2.29	11.08	6.12	52.56	30.71	4.42	0.49	0.05
HDW 9	6.18	31.6	13	24.77	3.60	2.80	7.19	3.06	0.27	1.28	6.18	5.06	2.15	0.49	BDL	BDL
HDW 10	6.65	31.9	10	18.96	4.10	1.80	3.38	1.43	BDL	0.11	7.08	2.56	1.68	0.06	BDL	0.01
BH11	6.17	31.2	63	119.74	3.50	1.50	19.74	8.83	0.91	12.72	6.85	28.34	11.82	1.53	0.11	0.03
HDW 12	6.36	29.2	27	51.33	3.60	2.00	7.95	3.06	0.56	6.36	9.24	15.60	9.40	0.94	0.02	BDL
HDW 13	6.13	32.1	23	43.72	4.40	1.80	6.43	2.92	0.37	4.51	12.75	11.30	7.51	0.68	0.05	0.02
BH14	6.55	29.2	142	284.3	3.70	1.60	54.91	23.85	6.14	16.34	5.86	65.82	24.12	7.16	0.81	0.02
HDW 15	6.83	29.1	68	104.60	3.40	1.30	29.76	14.13	3.61	9.86	6.21	22.09	12.41	3.19	0.67	0.02
HDW 16	6.72	29.6	7	13.50	3.80	1.20	1.94	0.42	0.08	0.17	11.68	3.12	2.75	0.21	0.03	BDL
HDW 17	6.40	29.3	24	47.70	3.30	1.10	13.04	3.97	0.74	3.68	6.39	10.81	5.50	0.93	0.11	0.02
BH18	6.64	29.5	5	10.60	3.80	1.90	1.36	0.29	0.13	0.09	5.17	2.95	1.54	0.16	BDL	BDL
HDW19	6.45	29.6	10	20.70	4.30	2.20	3.49	0.68	0.11	0.61	8.32	4.13	3.42	0.29	0.03	0.01
BH20	6.53	28.9	22	44.10	3.60	1.20	10.31	5.21	1.27	5.03	7.18	12.78	6.15	1.32	0.10	0.06
NIS (2007)	6.5-8.5	Ambient	500	1000	-	-	150	100	0.2	200	30	250	500	100	-	50
WHO, (2011) Permissible Limit	6.5-8.5	24	500	1000	7.5	6-9	250	200	250	500	10	200	100	200	10	50

HDW- (Hand-dug well), **BH-** (borehole), **mg/l-** (Milligram per litre). **TSS-**(Total Dissolved Solid), **BOD-**(Biological Oxygen Demand), **DO-** (dissolved oxygen) and **TSS-** (Total Suspended Solids)

BH1= Close Mr. Eyankware Compound in Agbarho community ,HDW2= Orhokpokpor , HDW3= Afiesere ,HDW4=Agbahara ,BH5= Isokolo, HDW6= Isokolo II , HDW7= Afiesere II ,HDW8= Orhuwhorum , ,HDW9= Adjekota ,HDW10= Ehrue Estate, Otovwodo , BH11= Upper Agbarho street Otovowodo, HDW12= Oviri Ogor ,HDW13=Ovho, BH14= Egini ,HDW15=Utorogu ,HDW16= Adjekota ,HDW17= Oviri Ogor II , BH18= Ewwereni ,HDW19= Ewwereni II and BH20= Akperhe

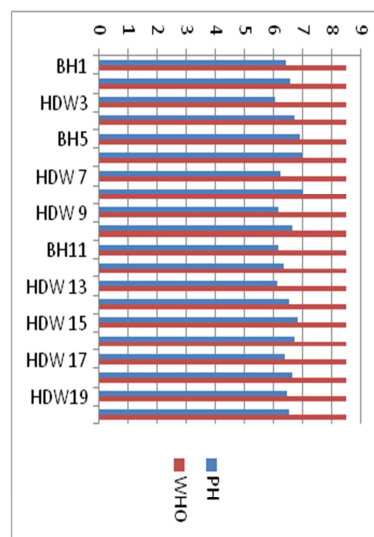


Figure 3a: A Graphical Representation of pH Against (WHO, 2011).

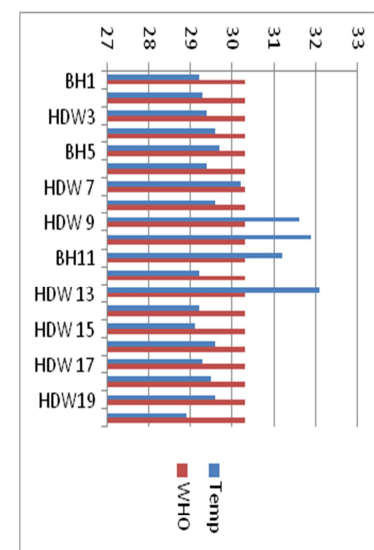


Figure 3b: A Graphical Representation of Temperature Against (WHO, 2011).

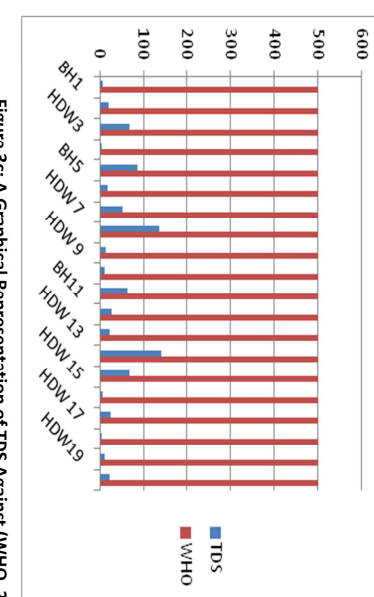


Figure 3c: A Graphical Representation of TDS Against (WHO, 2011).

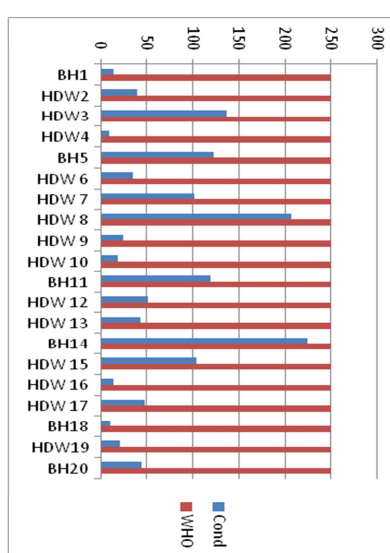


Figure 3d: A Graphical Representation of Conductivity Against (WHO, 2011).

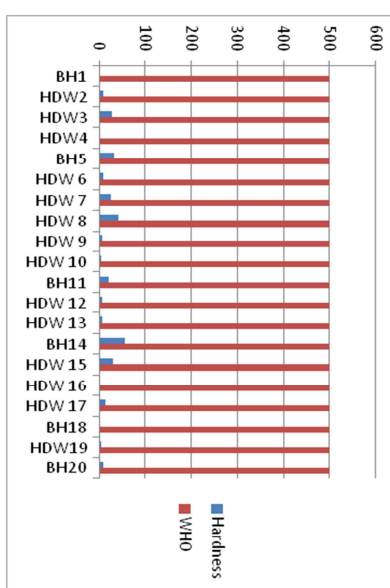


Figure 3e: A Graphical Representation of Hardness Against (WHO, 2011).

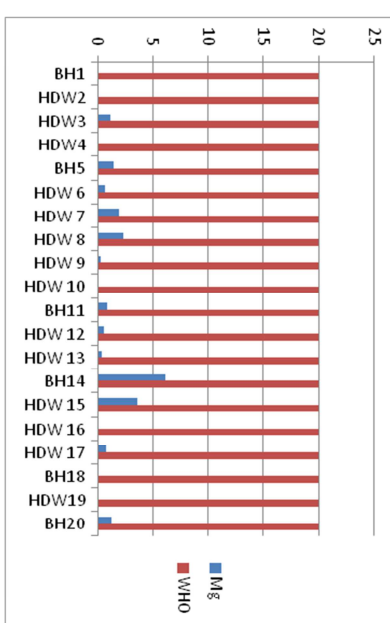


Figure 3f: A Graphical Representation of Magnesium Against (WHO, 2011).

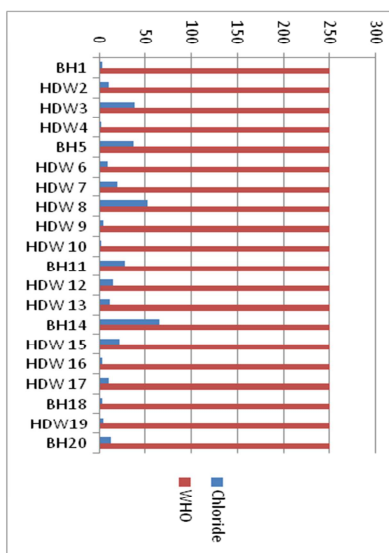


Figure 3g: A Graphical Representation of Chloride Against (WHO, 2011).

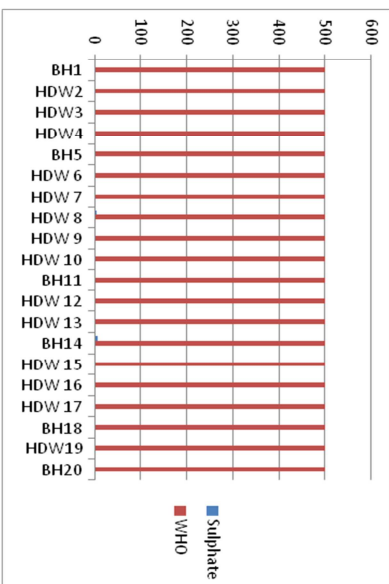


Figure 3h: A Graphical Representation of Sulphate Against (WHO, 2011).

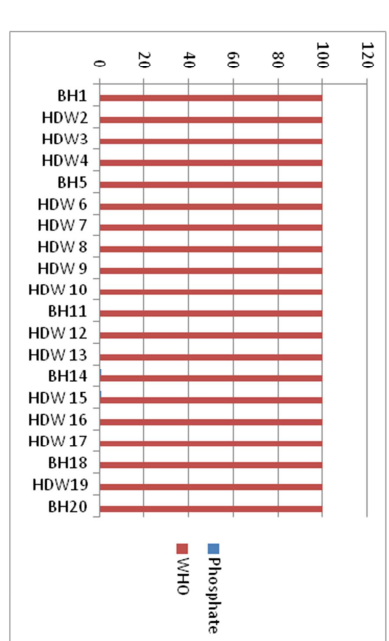


Figure 3i: A Graphical Representation of Phosphate Against (WHO, 2011).

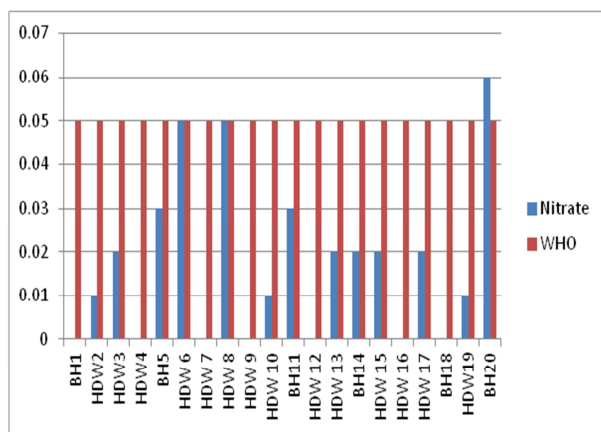


Figure 3j: A Graphical Representation of Nitrate Against (WHO, 2011).

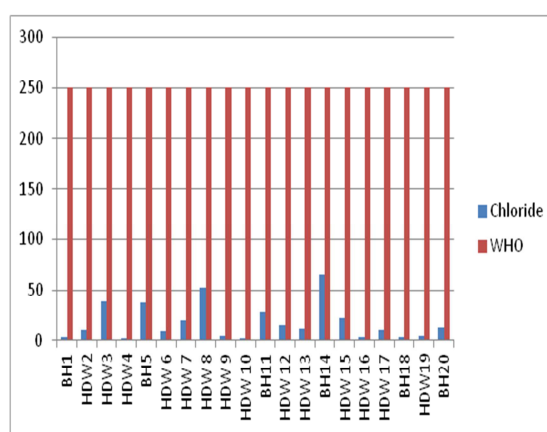


Figure 3j : A Graphical Representation of Chloride Against (WHO, 2011).

4.1 RESULT OF MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

Table 2. Showing Result of Bacteriological

Sample Code	Total E.Coli count	Total Coliform
	MPN/100ml	MPN/ml
BH1	0	0
HDW2	0	0
HDW3	0	0
HDW4	0	0
BH5	0	0
HDW6	0	0
HDW7	1	4
HDW8	0	0
HDW9	0	0
HDW10	0	0
BH11	0	0
HDW12	0	0
HDW13	1	4
BH14	0	0
HDW15	0	0
HDW16	0	0
HDW17	0	0
BH18	0	0
HDW19	0	0
BH20	0	1
HEALTH IMPACT	Indication of faecal contamination	Urinary track infections, bacteraemia, meningitis, diarrhoea, (one of the main cause of morbidity and mortality among children), acute renal failure and haemolytic anaemia

5 DISCUSSION

For pH , temperature, electrical conductivity their value ranges from (6.05-7.01, 28.9-32.1^oc and 8.90-284 μ s/cm) respectively. There values falls below the (WHO, 2011 and NIS 2007) permissible limit as shown in Fig.3a, Fig.3b, Fig.3d. For total dissolved solid (TDS), Total hardness, Bicarbonate, Biological Oxygen Demand (BOD) and dissolved oxygen (DO) value ranges from (4. 0- 142, 1.12 - 54.91, 1.17- 30.71 mg/l and 3.00 - 4.50 mg/l) respectively. There values falls below the (WHO, 2011) permissible limit as shown in Fig. 3c, Fig. 3e, Table.1, Table.1 and Table.1. While for magnesium, Chloride, Nitrate,

Sodium, calcium, Phosphate and sulphate their value ranges (0.03- 6.14, 2.56 - 65.82, 0.01 - 0.06, 0.09 – 16.34, 0.29 – 23.85, 0.01- 0.81 and 0.10 -7.1)mg/l respectively. These values fall below the (WHO, 2011 and NIS 2007) permissible limit as shown in Fig. 3f, Fig. 3g, Fig. 3i, Table.1, Table.1, Fig. 3i and Fig. 3h respectively. And finally for Total Suspended Solids (TSS) value ranges from 5.37-12.12.75mg/l values fall below the (WHO, 2011) permissible limit. Microbial analysis reveals the presence of coliform and E.coli in two hand-dug well (HDW7 and 13) and one borehole well (BH20). These contaminations are perhaps traceable to have originated from human activities (Septic tanks, latrines, dumpsites) and have affected the quality of groundwater in the study area.

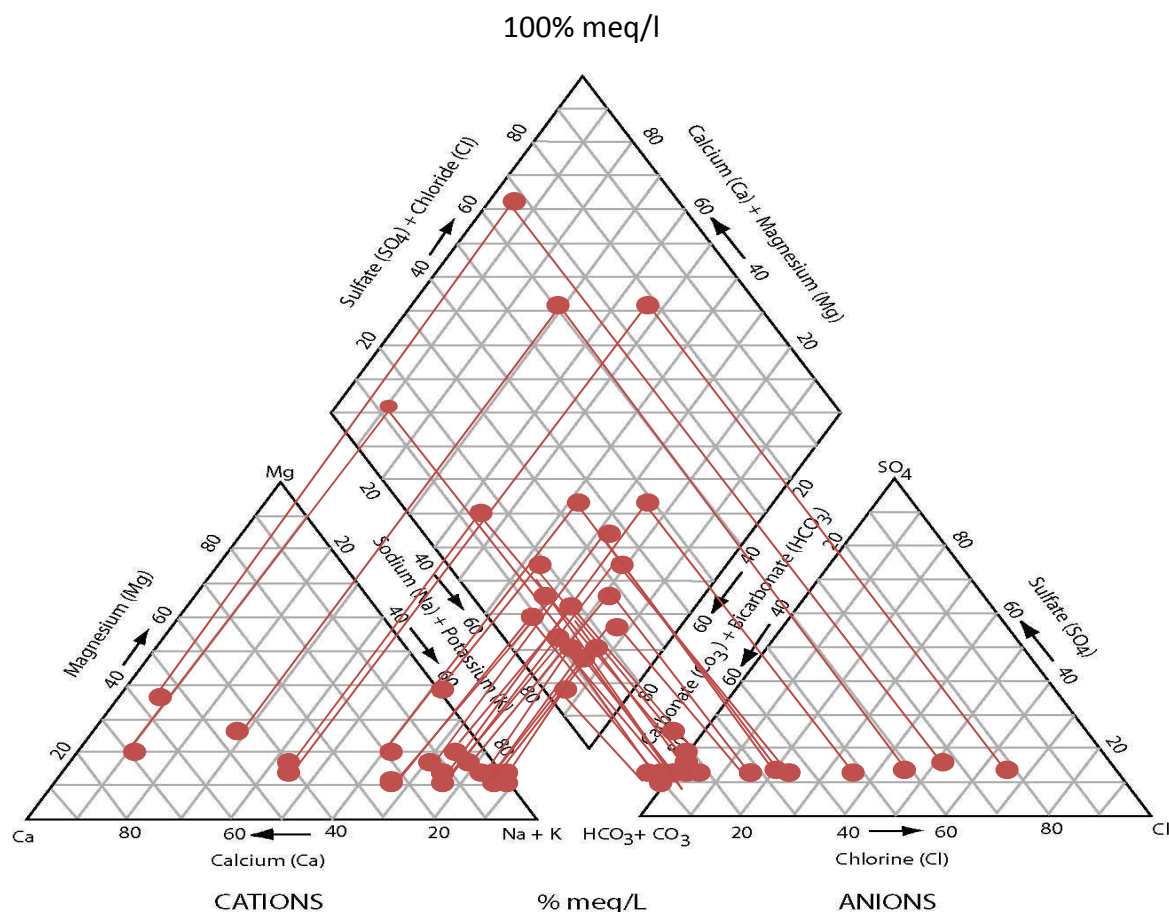


Figure 4: Piper trilinear diagram showing the water types of the groundwater sources in the study area.

The hydrogeochemical composition of water varies considerably. From the Piper trilinear diagram, the dominant ionic specie is alkali bicarbonate water type, with bicarbonate as the predominant ion ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) - HCO_3^- as shown in Fig. 4. The dominance of alkali bicarbonate water type could be attributed to the infiltration of carbon dioxide rich rainwater derived from the atmosphere and input of alkali salts from anthropogenic sources.

6 CONCLUSION AND SUMMARY

The information given about Ughelli and environs is to assess the portability of the subsurface water and the findings are as follow;

- The physicochemical analysis shows that some parameters fall below (WHO, 2011) acceptable limit for drinking water. Magnesium and Calcium are well below (WHO, 2011) standard.
- The heavy metal analysis shows little abnormal concentration of lead in BH5, HDW17, BH18 and BH20. Though they are slightly above the permissible limit. Arsenic was not found at all in any of the sample. The heavy metal distribution is averagely acceptable in the area.
- Except for three sample sites (HDW7, HDW13, and BH20), the area is free of bacteriological count.

- There is low level of calcium and magnesium, with the above conclusions, the groundwater of Otovwodo and environs are generally soft. Both calcium and magnesium are essential to human health, inadequate intake of either nutrient can impair health.

That the pH of the area comfortably meets the standard of Federal Environmental Protection Agency Standard (FEPA) but varies in that (WHO, 2011) standard. The pH is averagely acceptable, it can be deduced that most of the contamination are from dumpsites, leaking septic tank and pit latrines located in the area.

7 RECOMMENDATION

Having assessed the quality of the water samples from subsurface water in the area, the following recommendations are put forward to enhance the quality of drinking water;

1. Pipes and casing that can withstand corrosion should be encouraged.
2. Wells should be sited (7-10m) away from septic tanks and other source of contamination.
3. Hand dug wells and boreholes should be well cased.
4. Proper management of both liquid and solid wastes from domestic activities should be practised.

Habitants of the area should be advised to embrace good hygiene habits and keep sanitary environment clean. Building modern toilets for good use.

REFERENCES

- [1] Akakuru, Obinna .C., Maduka, E.C., and Akakuru, O.U. (2013). Hydrogeochemical characterization of surface water sources in Owerri Capital Territory, Southeastern Nigeria. *Journal of Applied Geology and Geophysics*, Vol.1, .Pp.32-38.
- [2] Aremu, M. O. Olaofe, O. Ikokoh, P. P & Yakubu, M. M. (2011). Physicochemical characteristics of stream, well and borehole water sources in Eggon, Nassarawa State, Nigeria. *Journal Chemical Society Nigeria*, 36 (1), 131-136.
- [3] Adebola, K. D. (2001): Groundwater Quality in Ilorin Township: An Environmental studies 2(2)4-Gpp
- [4] American Public Health Association, (1989). Standard method for examination of water and waste water 17th Ed. Washington, DC.
- [5] American Public Health Association (APHA) (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater (20th ed.) Washington, DC: American Public Health Association.
- [6] Adeyeye, E. I, and Abolude, F. O. (2004): Analytical Assessment of some Surface and Underground Water Resources in Ile-Ife. *J. Chemical Soc. Nigeria*, 29(2): 98-103
- [7] Ayoade, J.O. (1988): Tropical Hydrology and Water Resources. London and Basingstoke, Macmillan.
- [8] Batterman S, Zhang L, Wang S (2000) Quenching of chlorination disinfection by-product formation in drinking water by hydrogen peroxide. *Water Research* 34(5): 1652-1658.
- [9] Dara S.S. (1995). A Text Book Of Environmental Chemistry And Pollution Control, S. Chand and Company limited p 65.
- [10] Eyankware Moses Ogheneniyoreme and Obasi Philip Njoku. (2014). Physicochemical Analysis of Water Resources in Selected Part of Oji River and Its Environs, Enugu State Southeastern Nigeria. *International Journal of Innovation and Sci. Research*. Vol. 10 No. 1: pp. 171-178.
- [11] Greenhalgh, Alison (March 2001). "Healthy living - Water". BBC Health. Retrieved 2007-02-19.
- [12] Lamb, J. C. (1985). Water Quality and Its Control. John Wiley and Sons, New York.
- [13] NIS (2007). Nigerian Industrial Standard. 2, ICS 13.60.20, pp. 15-17.
- [14] Obasi, P. N. and Akudinobi, B. E. B; (2013). Hydrochemical Evaluation of Water Resources of the Ohaozara Areas of Ebonyi State, Southeastern Nigeria. *Journal of Natural Sciences Research*. 3 (3) 75 – 80pp
- [15] WHO (World Health Organization). (2011). Guideline for drinking water quality Recommendations, 4th Edition. Vol 1. Pp.219-230.

Les dix mètres de rive du Lac Kivu à Bukavu, une catastrophe environnementale dans l'avenir

Joseph KIZA NAMEGABE¹, Martin CIZA KAZUNGUZIBWA², and Christophe MALIYAMUNGU FAZILI³

¹Département d'Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN-Lwiro), D.S. Bukavu, RD Congo

²Département de géographie et gestion de l'environnement, ISP Bukavu, B.P. 854 Bukavu, RD Congo

³Département de géographie et gestion de l'environnement, ISP Walikale, B.P. 11 Goma, 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 front a relevant problem for the immediate spontaneous occupation (wild and accelerated) of Kivu Lake's shore, therefore authorities of the town have a great work to do. As some people in the area do not respect the length of ten meters of the town planning rules. Nowadays, the shore is attacked by a lot of anarchic building which do not respect the town planning rules to save ten meters for building near the Kivu Lake's shore. This is really a disaster!

KEYWORDS: ten meters, shore, Lake Kivu, piece of land.

RESUME: Devant la pertinence du problème d'occupation spontanée (sauvage et accélérée) des parcelles riveraines du Lac Kivu et de l'immensité du travail à faire pour l'assainissement de l'espace urbain par les tenants du pouvoir public, les dix mètres de rive du Lac Kivu sont menacés par des constructions anarchiques.

MOTS-CLEFS: dix mètres, rive, Lac Kivu, Parcelles.

SOUS-TITRE: Les dix mètres de rive à Bukavu.

1 INTRODUCTION

L'occupation spatiale de la ville de Bukavu, vue sous l'angle d'un espace habité est l'œuvre du colonisateur belge (Bashige N., 1972 ; Bashonga R.-N., 1978). Bukavu, avant la création du poste de Nyalukemba, était un lieu des pâturages verdoyants où paissaient paisiblement les troupeaux de vaches. Il est vrai que l'urbanisme belge dans l'occupation spatiale de la ville de Bukavu, conscient de sa topographie accidentée et de sa géologie dominée par un volcanisme fluidal, s'est beaucoup préoccupé du choix des sites constructibles (Bigumba M.P., 1986 ; Cishibanji N., 1974). Cet urbanisme réglementaire, faisant prévaloir les normes internationalement reconnues, avait retenu comme espaces constructibles les replats sommitaux et les vallées non-inondables (bas-fonds marécageux exclus). Il eut aussi comme avantages de déterminer les seuils de l'occupation spatiale de la ville de Bukavu à 10000 habitants, en interdisant des lotissements avec des parcelles de 1500m² (30m X 50m) ; d'imposer le coefficient d'occupation des sols (COS) et de contrôler l'exode rural.

Avec l'avènement de l'indépendance du Congo Léopoldville, l'administration coloniale cède sa place à celle des nationaux. La ville belge est envahie par les populations autochtones rurales, sans aucune culture urbaine. Cette urbanisation massive et incontrôlée de l'époque, va encourager l'exode rural et l'occupation désordonnée du territoire de la ville (Burhungane N.N., 1987 ; Benda N.B., 1986). La ville coloniale (Constermansville) est défigurée. Les espaces érosifs

s'amplifient ; la spéculation foncière s'accélère et les morcellements parcellaires s'intensifient, la bidonvilisation s'opère par une occupation sauvage de l'espace urbain (Birembano, 2012).

L'inquiétude est que cette situation ne rencontre pas les préoccupations des tenants du pouvoir public, amenés à gérer à bon escient les espaces urbains. Devant la pertinence du problème d'occupation spontanée de dix mètres de rive du Lac Kivu et de l'immensité du travail à faire pour l'assainissement de l'espace urbain, nous avons jugé utile d'apporter notre contribution scientifique en étudiant les dix mètres de rive du Lac Kivu. Face à cette situation, une question mérite d'être posée : pourquoi l'occupation sauvage de rive du Lac Kivu s'accélère actuellement ? Pour répondre à cette question fondamentale, nous avons été guidés par les hypothèses suivantes :

- L'octroi des parcelles le long des dix mètres de rive du Lac Kivu serait autorisé par les autorités qui gèrent le domaine foncier au niveau provincial et délivreraient les documents ad hoc.
- L'occupation spontanée de rive du Lac Kivu serait occasionnée par l'exode rural et l'insécurité dans l'hinterland de Bukavu.
- L'occupation de dix mètres de rive du Lac Kivu constituerait une menace sur l'environnement lacustre et serait responsable de graves problèmes d'aménagement urbain.

2 MÉTHODOLOGIE

L'étude a été menée dans les quartiers Ndendere et Nyalukemba, depuis les rives du Lac Kivu de Nyamoma jusqu'à Muhumba (Centre Amani). L'enquête démographique a été réalisée auprès de vingt neuf ménages de confessions religieuses différentes, de différentes tribus, de différents lieux d'origines et de différentes activités économiques et professionnelles.

Un questionnaire a été déposé dans chaque ménage séparé de l'autre par trois cents mètres de distance. Le questionnaire a été chaque fois alterné selon le sexe et nous avons choisi les ménages où les responsables savent lire et écrire. Nous avons à cet effet travaillé avec vingt neuf ménages, dont quinze hommes et quatorze femmes, responsables des ménages.

Les informations recherchées ont concerné :

- La période d'occupation maximale de rive du Lac Kivu, de Nyamoma à Amani ;
- Les facteurs explicatifs de l'occupation spontanée de rive du Lac Kivu ;
- L'aspect de nouvelles résidences et les dimensions parcellaires ;
- Les problèmes environnementaux et d'aménagements sur les dix mètres de rive du Lac Kivu.

La synthèse des matières recueillies a été condensée dans les tableaux du point trois.

3 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

3.1 PRÉSENTATION DU MILIEU

Le Lac Kivu se trouve dans la vallée Ouest droite du rift de l'Est africain, au sud de l'équateur entre 1° 34' 30" et 30' de latitude sud et 28° 50' et 29° 23' de longitude Est, à 1463 m d'altitude (Capart, 1960). Il couvre une surface de 2370 Km² et s'étend sur une longueur de 102 km du Nord au Sud avec une largeur de 50 Km au niveau de sa partie la plus large. Sa profondeur moyenne est d'environ 240 m avec un maximum d'environ 490 m (Verbeke, 1957; Damas, 1937). Au point de vue scientifique, il convient de signaler que comparativement aux autres grands lacs de la région, le Lac Kivu n'a attiré que très peu d'attention en dépit de ses particularités limnologiques. Ses eaux profondes contiennent des grandes quantités des gaz essentiellement le dioxyde de carbone et le méthane (Tietze, 1980; Tietze *et al.*, 1980; Schmid *et al.*, 2005). Ces quantités de gaz méthane (environ 60 km³) ont augmenté de 15 à 20 % ces 3 dernières décennies (Schmid *et al.*, 2005). Il est le seul lac au monde dont la température augmente en profondeur, au-delà de 100 m de profondeur, en escalier. Cela est dû aux émanations thermiques latérales à ces profondeurs (Isumbisho, 2006).

Le Lac Kivu compte cinq bassins à savoir: les bassins du Nord, d'Ishungu, de Kabuno-Kashanga, de Kalehe et de Bukavu à l'extrême Sud d'où s'écoule la rivière Ruzizi vers le lac Tanganyika (Kaningini, 1995; Damas, 1937; Verbeke, 1957). Le Bassin de Bukavu s'étend sur une surface de 96 km² avec une profondeur maximale de 105 m pour une moyenne de 75 m. Il compte cinq baies (Kaningini, 1995) dans son extrémité Sud et reçoit les eaux de six petites rivières : Kahwa, Weshu, Tshula, Bwindi, Nyakabera et Nyamuhinga.



N°	Année d'occupation	ni	%
1	Avant 1980	3	11
2	1981-1985	1	3
3	1986-1990	1	3
4	1991-1995	4	14
5	1996-2000	5	17
6	2001-2005	13	45
7	2006-2010	2	7
8	2011 à nos jours	0	0
	Ni	29	100

entretenu par les groupes armés étrangers et nationaux. La période d'occupation maximale des dix mètres de rive se situe donc entre 1996 et 2005 et est marquée par l'arrivée de 62% des propriétaires des parcelles.

3.2.2 DE LA PROPRIÉTÉ DES PARCELLES SUR LES DIX MÈTRES DE RIVE DU LAC KIVU .

Tableau N° 2 : Propriété des parcelles sur les dix mètres de rive du Lac Kivu

N°	Propriété	ni	%
1	Locataire	5	17
2	Propriétaire	24	83
	Ni	29	100

De l'analyse du tableau N° 2, il ressort que :

- 83% des parcelles appartiennent aux propriétaires qui, pour la plupart proviennent de l'hinterland, fuyant l'insécurité. D'autres sont venus dans le milieu urbain pour mieux exercer les activités commerciales.
- 17% des parcelles sont occupés par des locataires qui sont attirés par la proximité du lac Kivu qui assure la fraîcheur du climat surtout vers les heures vespérales.

3.2.3 DE LA DÉTENTION DES DOCUMENTS PARCELLAIRES SUR LES DIX MÈTRES DE RIVE DU LAC KIVU.

Tableau N° 3 : Détention des documents parcellaires sur les dix mètres de rive du lac Kivu

N°	Détention des documents parcellaires	ni	%
1	Parcelles avec documents	19	66
2	Parcelles sans documents	10	34
	Ni	29	100

- 66% des parcelles disposent des documents parcellaires (contrat, certificat, acte de vente, lotissement, autorisation de bâtir) délivrés par certains services étatiques même illégalement, les responsables étant à la quête de l'argent sale.
- 34% des parcelles, soit 10/29 ne disposent pas des documents parcellaires. Comme les sols urbains manquent, cette situation favorise la prolifération des morcellements parcellaires et des constructions anarchiques ne respectant pas les normes urbanistiques. La population est donc obligée de construire sur des terrains inondables, sur des terrains pentus. Cette situation est à la base du phénomène d'érosion observée actuellement sur les rives du lac Kivu.

3.2.4 NATURE DES DOCUMENTS PARCELLAIRES SUR LES DIX MÈTRES DE RIVE DU LAC KIVU.

Tableau N° 4 : Nature des documents parcellaires sur les dix mètres de rive du lac Kivu

N°	Nature des documents	ni	%
1	Contrat	1	3,448
2	Certificat	4	13,793
3	Acte de Vente	1	3,448
4	Lotissement	5	17,241
5	Autorisation de bâtir	7	24,137
6	Propriété	1	3,448
7	Aucun document	10	34,482
	Ni	29	100

L'analyse du tableau No 4, montre que 34% des parcelles ne disposent pas des documents parcellaires. Plus ou moins 66% des parcelles disposent des documents parcellaires (contrat, certificat, acte de vente, lotissement, autorisation de bâtir, acte de propriété) délivrés par les services étatiques ; ce qui prouve à suffisance l'implication de ces derniers, comme nous l'avons souligné plus haut, dans la vente illégale des parcelles sur les dix mètres de rive du lac Kivu.

3.2.5 DE LA POSITION DES SERVICES DE CADASTRE ET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA GESTION DES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU

Tableau N° 5 : Position des services de cadastre et de l'environnement sur la gestion des dix mètres de rive du lac Kivu

Position des services	ni	%
Refus de construire	9	31
Construction moyennant de l'argent	5	17
Aucune proposition	15	52
Ni	29	100

- 83% des propriétaires des parcelles sur les dix mètres de rive ont des constructions n'ayant pas été autorisées par les services du cadastre et de l'environnement. Ce sont des bâtisses construites anarchiquement sous l'aval de certains dignitaires.
- 17% des parcelles disposent des autorisations des services de cadastre et de l'environnement moyennant de l'argent.

3.2.6 DE TAXES PAYEES PAR LES PROPRIETAIRES PARCELLAIRES AUX DIFFERENTS SERVICES DE L'ETAT SUR LES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU.

Tableau N° 6 : Taxes payées par les propriétaires parcellaires aux services de l'état sur les dix mètres de rive du lac Kivu

Service de l'état	ni	%
DGI	10	34,48
Cadastre	3	10,35
Environnement	2	6,90
Mairie	1	3,45
Transcom	1	3,45
Aucune taxe	12	41,37
Ni	29	100

- 41,37% des propriétaires des parcelles enquêtés ne payent pas des taxes aux différents services de l'état ; ce qui prouve à suffisance que l'état n'a pas de l'emprise sur toutes ces maisons construites anarchiquement.
- 58,63% des propriétaires parcellaires payent des taxes aux différents services de l'état comme la DGI (Direction Générale d'immigration) ,les services du cadastre ,les services de l'Environnement ,la Mairie et les services de Transport et Communication (Transcom). Toutefois il convient de signaler que certains services comme le Transcom et la DGI n'ont pas qualité de perception des taxes en rapport avec l'urbanisme et l'habitat.

3.2.7 DU LIEU DE DEPOT DES ORDURES MENAGERES SUR LES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU.

Tableau N° 7 : Du lieu de dépôt des ordures ménagères sur les dix mètres de rive du lac Kivu

Lieu de dépôt	ni	%
Lac	15	52
Poubelle	13	45
A côté du Lac	1	3
Ni	29	100

- 52% des propriétaires des parcelles jettent les ordures ménagères dans le lac et contribuent donc à sa pollution.
- 45% des enquêtés disposent des poubelles qui sont des trous dans les jardins devant les maisons.
- D'autres jettent les ordures sur les rivages (3% des enquêtés).

3.2.8 DE LA GESTION DES EAUX DU LAC KIVU PAR LES POPULATIONS SUR LES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU

Tableau N° 8 : Gestion des eaux du Lac Kivu par les populations sur les dix mètres de rive du lac Kivu

Gestion des eaux du Lac	ni	%
Lessivage (Habits, Vaisselles)	9	31
Baignade	3	11
Dépôts des déchets ménagers	15	52
Abreuvement du bétail	1	3
Cuisson	1	3
Ni	29	100

- 31% des enquêtés font le lessivage des habits et la vaisselle par les eaux du lac en y introduisant des polluants. Ainsi les composés provenant des détergents affectent énormément la qualité de ces eaux et favorisent leur toxicité.
- 17% des enquêtés dont 11 %font la baignade, 3% utilisent l'eau du lac pour la cuisson des aliments et 3 % pour l'abreuvement du bétail, avec beaucoup de risques de contamination par les gènes pathogènes. La baignade dans ces eaux usées provoque des troubles gastriques, des affections des oreilles, des voies respiratoires et de la peau.
- 52% des enquêtés utilisent le lac comme dépotoirs des déchets ménagers qui sont à l'origine des fermentations putrides, libératrices de dioxyde de carbone et de H₂S qui détruisent la faune et la flore aquatique.

3.2.9 DE LA SITUATION DES FOSSES SEPTIQUES SUR LES DIX MÈTRES DE RIVE DU LAC KIVU

Tableau N° 9 : De la situation des fosses septiques sur les dix mètres de rive du lac Kivu

Situation des fosses septiques	ni	%
Oui	25	86
Non	4	14
Ni	29	100

- 86% des enquêtés disposent des fosses septiques dont 60% (15/25) communiquent avec le lac et contribuent à la pollution des eaux. Cette pollution est organique avec la production de plusieurs colibacilles et des bactéries entériques qui provoquent les maladies diarrhéiques. Ainsi les populations qui habitent dans cette zone n'échappent pas aux nombreuses maladies provoquées par la pollution microbienne de l'eau : choléra, dysenterie, gastro-entérite, hépatite d'origine infectieuse, malaria, typhoïde et fièvre jaune.
- 14% des enquêtés disposent des maisons sans fosses septiques et utilisent souvent des toilettes externes. Les odeurs nauséabondes qui émanent souvent des latrines polluent l'environnement.

3.2.10 DE LA DIMENSION DES PARCELLES ET OCCUPATION REELLE DU BATI SUR LES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU.

D'une manière générale, un ménage comprend 8 personnes (2 parents et 6 enfants). Selon les normes en matière d'occupation du sol, la superficie occupée par chaque membre du ménage doit être de 4m x 4m soit 16m². Pour l'ensemble du ménage, la superficie à occuper doit être de 16m² x 8, soit 128m².

Le coefficient d'occupation des sols(C.O.S) étant le rapport exprimant le nombre de m² de planchers susceptibles d'être construits par m² de sol, sur notre terrain d'étude à faible pente, le plancher équivaut au ¼ de la parcelle. Selon les normes urbanistiques, la parcelle doit avoir les dimensions moyennes de 128m² x 4= 512m².

Tableau N° 10 : Dimension des parcelles et occupation réelle du bâti sur les dix mètres de rive du lac Kivu

N°	Dénomination de la parcelle	Dimensions des parcelles	Surface des parcelles en m ²	Occupation réelle du bâti en m ²	Nombre des personnes par bâti
1	I	22m x 16m	352	88	6
2	II	43m x 15m	645	162	10
3	III	50m x 12m	600	150	9
4	IV	20m x 8m	160	40	3
5	V	25m x 16m	400	100	6
6	VI	30m x 20m	600	150	9
7	VII	22m x 17m	374	93,5	6
8	VIII	20m x 12m	240	60	4
9	IX	25m x 17m	425	106	7
10	X	25m x 12m	300	75	5
11	XI	25m x 15m	375	93,7	6
12	XII	20m x 12m	240	60	4
13	XIII	35m x 20m	700	175	11
14	XIV	17m x 13m	221	55	3
15	XV	45mx20m	900	225	14
16	XVI	15m x 12m	180	45	3
17	XVII	25m x 17m	425	106	7
18	XVIII	15m x 12m	180	45	3
19	XIX	16m x 7m	112	28	2
20	XX	18m x 12m	216	54	3
21	XXI	25m x 15m	375	93,7	6
22	XXII	17m x 9m	153	38	2
23	XXIII	20m x 18m	360	90	6
24	XXIV	8m x 14m	112	28	2
25	XXV	15m x 20m	300	75	5
26	XXVI	17m x 10m	170	42,5	3
27	XXVII	10m x 10m	100	25	2
28	XXVIII	8m x 7m	56	14	1
29	XXIX	20m x 10m	200	50	3

24 parcelles sur 29 sur notre terrain d'étude (82,7 % des parcelles) ne respectent pas les dimensions requises par les normes urbanistiques (512m² pour une parcelle sur terrain à faible pente) et ont des dimensions inférieures à 512m²; ce qui prouve à suffisance que sur ces parcelles, le bâti n'occupe pas le 1/4 de la parcelle comme le recommande les normes en milieu urbain.

Les dimensions des parcelles sur les dix mètres de rive prouvent que Bukavu est une ville où les sols urbains s'amincissent et cette situation favorise actuellement des fortes spéculations foncières et immobilières ainsi que l'amplification des morcellements parcellaires. Des nouveaux types d'occupation de l'espace apparaissent avec des terrassements profonds, des remblais, des sacs remplis de terre.

3.3 CONCLUSION ET SUGGESTIONS POUR L'AMENAGEMENT DES DIX METRES DE RIVE DU LAC KIVU

La période d'occupation maximale des dix mètres de rive du Lac Kivu situe entre 1994 et 2006, marquée par l'arrivée massive des Hutus Rwandais fuyant le génocide et par les paysans autochtones de l'hinterland rural fuyant l'insécurité. Plus de 80% des parcelles ont des bâtisses construites anarchiquement. Les dimensions des parcelles témoignent que les sols urbains disponibles s'amenuisent, avec comme conséquences des fortes spéculations foncières, immobilières et l'amplification des morcellements parcellaires. Des nouveaux types d'occupation de l'espace apparaissent avec des terrassements profonds, des remblais, des sacs remplis des terres préjudicant l'écosystème lacustre. Ainsi tout aménagement de la ville de Bukavu devra tenir compte de la protection des rives du Lac Kivu.

REFERENCES

- [1] Bashige, N., 1972, Les conséquences psychologiques de la colonisation, TFE inédit, ISP Bukavu, 87p
- [2] Bashonga, R.-N., 1978, Réalisation du plan décennal au Kivu (1949-1959), TFE inédit, ISP Bukavu, 117p
- [3] Benda, N.B., 1978, Inventaire des archives de la division de l'administration du territoire à Bukavu (1931-1960), TFE inédit, ISP Bukavu, 88p
- [4] Bigumba, M.P., 1986, Bagira : du centre extra-coutumier à la zone urbaine (1953 à nos jours), TFE inédit, ISP Bukavu, 43p
- [5] Birembano, B., 11 Juin 2012, De la rétrospective à la perspective d'une nouvelle occupation spatiale de la ville de Bukavu, conférence-débat du ceruki-ISP
- [6] Burhungane, N.N., 1987, L'apport de l'Unicef aux formations socio-médicales de Bukavu et ses environs 1965-1987, Mémoire inédit, ISP Bukavu, 64p
- [7] Cishibanji, N., 1974, Inventaire des archives agricoles de la sous région du Sud-Kivu (1949-1960), TFE inédit, ISP Bukavu
- [8] Capart, A., 1960. Le lac Kivu. Les naturalistes belges.
- [9] Damas, H., 1937. Quelques caractères écologiques des trois lacs équatoriaux: Kivu, Edouard, Ndalaga. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique*, 68: 121 – 135
- [10] Isumbisho, M., 2006. Zooplankton ecology of Lake Kivu (Eastern Africa). Thèse de doctorat, PUN, Namur.
- [11] Kaningini, M., 1995. Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, bassin de Bukavu (Zaïre). Thèse de doctorat, UNECED, Namur.
- [12] Schmid, M., Halbwachs, M., Wehrli, B. and Wüest, A., 2005. Weak mixing in Lake Kivu: New insights indicate increasing risk of uncontrolled gas eruption. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6 (7): 1 – 11
- [13] Tietze, K., 1980. The unique methane gas deposit in Lake Kivu (Central Africa)-Stratification, dynamics, genesis and development. Symposium on unconventional gas recovery, Pittsburgh.
- [14] Tietze, K., Geyh, M. ; Müller, H., Schröder, L., Stahl, W. and Wehner, M., 1980. The genesis of the methane in Lake Kivu (Central Africa); *Geologische Rundschau*, 69: 452-472
- [15] Verbeke, J., 1957. Recherches écologiques sur la faune des grands lacs de l'Est du Congo Belge. Exploration Hydrobiologique des lacs Kivu, Edouard et Albert (1952 – 1954). *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bulletin*, 3: 1 – 177

L'hydatidose humaine dans la région de Rabat (Maroc) : Etude de prévalence et apport du diagnostic sérologique

[Hydatidosis human in Rabat region (Morocco): study of prevalence and contribution of serological diagnosis]

B. EL MANSOURI¹, M. LABOUDI¹, A. SADAK², and M. RHAJAOU¹

¹Département de parasitologie,
Institut National d'Hygiène, Rabat, Morocco

²Université Mohamed V,
Faculté des Sciences Agdal de 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: *Background:* In Morocco, Hydatidosis is a common public health problem, as its impact on the health of the animal and consequently its impact on human health. The aim of our study is to clarify the epidemiological data and to estimate the serological test contribution for hydatidosis diagnosis.

Methods: A retrospective study was undertaken among 392 patients suspect of hydatid cysts collected between January 2000 to December 2010 at the parasitological laboratory of the Institut National d'Hygiène in Rabat region. The serological diagnosis was used simultaneously with Enzyme Linked Immunosorbent Assay and Indirect haemagglutination test for the detection of specific *Echinococcus granulosus* antibodies.

Results: The overall prevalence of this zoonosis was 37.2 % which women are most affected with 71.2% than 28.8% for men, and sex ratio M / F was 0.5. The prevalence of *Echinococcus granulosus* varied significantly according to the age and the existence of a surgical history cyst ($p < .05$). However, gender did not have a significant effect on the prevalence of this pathogen. The kappa coefficient between HAI and ELISA indicated a high level of agreement (0.74). The ultrasound of 181 patients showed that the hydatid cyst involved mainly the liver (68.5%), the kidney (7.7 %) and the lungs (6.1 %).

Conclusion: Hydatidosis disease is a non-immunizing with the possibility of recurrence, which requires further monitoring and surgery should be based primarily on ultrasound and serology.

KEYWORDS: Hydatid cyst human, *Echinococcus granulosus*, Seroprevalence, Serology ELISA, Serology HAI, Morocco.

RESUME: *Position du problème:* Au Maroc, l'hydatidose constitue un réel problème de santé publique, tant par son impact sur la santé de l'animal que par ses conséquences sur la santé humaine. Le but de notre étude est d'éclaircir les données épidémiologiques et d'évaluer l'apport de la sérologie dans le diagnostic de l'hydatidose.

Méthodes: Une étude rétrospective a porté sur 392 patients sans préjugé du statut sérologique colligés au niveau du laboratoire de Parasitologie de l'Institut National d'Hygiène à Rabat entre Janvier 2000 et Décembre 2010. Le dosage des anticorps anti-*Echinococcus granulosus* a été effectué simultanément par les deux techniques : Enzyme Linked Immunosorbent Assay et Hemagglutination indirecte.

Résultats: Le taux de séropositivité de cette zoonose est de 37,2%, dont les femmes sont les plus touchées avec une fréquence de 71.2% contre 28.8% chez les hommes, et un sex-ratio H/F de 0,5. Une différence significative a été observée entre l'âge, l'existence d'un antécédent chirurgicale et la positivité de la sérologie du kyste hydatique ($p < 0,05$). Cependant, aucune différence significative n'a été trouvée entre le sexe et la prévalence de cette pathogène. Le calcul du coefficient

Kappa entre le test HAI et l'ELISA a indiqué un grand niveau de concordance (0,74). L'échographie de 181 patients a montré que le site de prédilection du kyste hydatique est au niveau du foie (68,5%), suivie du rein (7,7%) et des poumons (6,1%).

Conclusion: L'hydatidose est une maladie non immunisante avec possibilité de récurrence, qui nécessite une surveillance ultérieure des opérés et doit reposer non seulement sur l'échographie mais aussi sur la sérologie.

MOTS-CLEFS: Kyste hydatique humain, *Echinococcus granulosus*, Séroprévalence, Sérologie ELISA, Sérologie HAI, Maroc.

INTRODUCTION

L'hydatidose ou kyste hydatique est une anthroponose due au développement chez l'homme de la forme larvaire du taenia *Echinococcus granulosus* [1]. Cette infection parasitaire sévit de façon endémique dans de nombreux pays du bassin méditerranéen, surtout au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Italie, en Grèce, en Turquie, ainsi qu'en Océanie et en Amérique du Sud [2]. Ces régions ont en commun un certain nombre de facteurs qui peuvent expliquer la fréquence de cette maladie, à savoir l'élevage de mouton, le nombre de chiens errants et l'humidité propice pour l'entretien des embryophores dans le milieu extérieur, facteurs auxquels s'ajoutent parfois les règles d'hygiène insuffisantes [3]. Elle est fréquente dans notre pays surtout dans les régions rurales en raison de coutumes d'élevage, le nombre considérable de chiens errants, l'infrastructure médiocre au niveau des abattoirs ruraux, l'ignorance par la population de la gravité de la maladie, et du mode de sa transmission, ainsi que les conditions climatiques qui favorisent l'entretien du matériel infestant. Ce sont ces principaux facteurs qui font de notre pays une zone de haute endémie [4]. Elle évolue pendant plusieurs années sous forme latente et le diagnostic est posé dans la plus part du temps de manière fortuite ou lors des complications, qui augmentent considérablement la létalité et la morbidité post opératoire ainsi que le coût de la prise en charge. Il s'agit d'un problème réel de la santé publique.

Au Maroc, l'hydatidose entraîne de sérieuses répercussions socioéconomiques. Ce n'est qu'à partir de l'année 2003, que les autorités sanitaires marocaines ont rendu la déclaration du kyste hydatique obligatoire selon l'arrêté ministériel n° 1020-03, du 23 Mai B.O n° 5122 du 3 juillet 2003 [5]. Ainsi, le nombre de cas opérés enregistrés au cours des années 2003 et 2004 s'élèvent respectivement à 1659 et 1701, soit un taux d'incidence similaire pour les deux années qui est d'environ 5,6 cas pour 100.000 habitants [6]. L'incidence chirurgicale ne reflète pas totalement l'ampleur de cette pathologie. Les tests sérologiques restent encore les seuls capables de confirmer l'origine échinococcique de l'infestation. Ces techniques peuvent parfois donner des résultats sérologiques discordants ou faussement négatifs. Beaucoup d'efforts ont été déployés pour obtenir des tests de plus en plus fiables confirmant le diagnostic sérologique et permettant parfois d'évoquer le diagnostic dans un pays d'endémie hydatique.

Au Maroc, la prévalence exacte de cette maladie est mal connue. Elle est certainement sous estimée en raison de l'existence de formes asymptomatiques et du faible niveau de médicalisation de la population concernée. Ainsi les études de la prévalence de l'hydatidose chez l'homme sont rares et surtout consacrées aux régions rurales et aux cas opérés. L'objectif de cette étude est de déterminer la séroprévalence de la maladie au niveau de la région de Rabat et de montrer l'importance des deux techniques sérologiques (ELISA et HAI) dans le diagnostic de cette zoonose.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

POPULATION D'ÉTUDE

Cette étude rétrospective a porté sur 392 patients collectés entre janvier 2001 et Décembre 2010 dont l'âge varie entre 4 et 70 ans, venant des établissements publics et privés, pour un sérodiagnostic de kyste hydatique. Les données cliniques et démographiques ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire comportant : l'âge, le sexe des patients, les antécédents chirurgicaux opératoires et les résultats de l'échographie. Tous ces renseignements cliniques sont recensés sur le registre du laboratoire.

MÉTHODE D'ANALYSE BIOLOGIQUE

Les sérums des patients ont été analysés par deux techniques : l'Hémagglutination Indirecte (HAI) (Fumouze, France) et l'Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) (Biorad, France). La réaction d'HAI est considérée significative, si elle est positive à une dilution sérique supérieure ou égale à 1/160. Le résultat du test ELISA était qualitatif. Les cas douteux ou discordants étaient contrôlés.

ANALYSE STATISTIQUE

La saisie et le traitement des données ont été réalisés à l'aide du logiciel Epi info 2007 (version 3.4). Pour comparer les séroprévalences obtenues, nous avons utilisé le test χ^2 de Pearson. Une association est considérée significative quand la valeur de p est inférieure à 0,05. Le coefficient de kappa a été utilisé pour évaluer la concordance entre le test ELISA et l'HAI.

RÉSULTATS

SÉROPRÉVALENCE GLOBALE

Sur les 392 sérums analysés par les deux techniques HAI et ELISA, considérés comme positifs par les deux techniques à la fois, 146 cas sont positifs avec une prévalence de 37.2%. Ces résultats sont statistiquement significatives ($p < 0,05$).

SEROPREVALENCE DE L'HYDATIDOSE SELON L'AGE

Sur 392 patients suspects d'hydatidose, 222 seulement ont un âge précis avec une moyenne de 39 ± 16 ans. La figure1, montre que le taux de positivité de la maladie dépend significativement de l'âge. Le pourcentage de positivité de l'hydatidose chez les patients âgés de moins de 27 ans est de 51,9%, alors que chez les personnes âgées de 28 à 36 ans sont significativement plus touchées par la maladie. Cependant, chez les patients dont l'âge est supérieur à 50 ans le taux de positivité est de 28,8%.

SEROPREVALENCE DE L'HYDATIDOSE SELON LE SEXE

La distribution de la séroprévalence en fonction du sexe ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) (tableau1). Dans notre étude, la prévalence de cette zoonose est de (71,2 %) chez les femmes et (28,8%) chez les hommes avec un sex-ratio H/F de 0,5.

SÉROPRÉVALENCE DE L'HYDATIDOSE SELON LA FRÉQUENCE DES OPÉRATIONS ET LA PRÉSENCE DES ANTÉCÉDENTS CHIRURGICAUX

56% des patients séropositifs ont un antécédent chirurgical et 31% sont aucun antécédent chirurgical. Ce résultat reste statistiquement significatif ($p < 0,05$) (tableau1).

REPARTITION DES ECHANTILLONS SELON LA LOCALISATION DU KYSTE

L'échographie réalisée chez 181 patients a montré que la première localisation du kyste hydatique a été enregistrée au niveau du foie avec 68.5% ($n=124$), suivie des atteintes rénales 7.7% ($n = 14$) et pulmonaires avec 6.1 % ($n = 11$). Les autres localisations étaient partagées entre l'abdomen ($n= 5$), le cerveau ($n = 3$), les glandes mammaires ($n=1$), le pancréas ($n=1$) et la thyroïde (figure 2).

CONCORDANCE ENTRE LES DEUX TECHNIQUES ELISA ET HAI

La concordance entre le test ELISA et l'HAI a été calculé par le coefficient de concordance kappa ($k=0,77$) qui montre une bonne concordance entre les deux techniques sérologiques avec 146 cas positifs et 203 cas négatifs.

Le test ELISA a identifié 166 échantillons positifs avec une prévalence de 42%, alors que le test par HAI a donné 169 échantillons positifs avec une prévalence de 43% (tableau 2).

En outre, 20 échantillons sont positifs par ELISA et négatifs par HAI et 23 échantillons sont positifs par la techniques HAI et négatifs par la technique ELISA.

DISCUSSION

Au Maroc, L'hydatidose constitue un problème de santé publique. C'est une maladie asymptomatique. Ceci rend le diagnostic tardif et entraîne l'apparition de certaines complications. Bien que, le diagnostic repose, pour une large part sur l'imagerie, le dépistage sérologique reste en effet d'une importance considérable.

Notre étude rétrospective d'un échantillon de 392 patients, colligés au niveau de l'Institut National d'Hygiène entre 2000 et 2010, et analysée simultanément par deux techniques sérologiques (HAI et ELISA), a permis de mettre en évidence une séroprévalence de 37 % (n=188 cas). Nos résultats obtenus ne permettent qu'une approche épidémiologique du contact des individus avec le parasite. La séropositivité de 37,2 % paraît être très élevée et implique donc une circulation importante du parasite. Les premières études effectuées au Maroc sur le kyste hydatique humain datent de 1923, et ce n'est qu'à partir de 1949 que l'hydatidose s'est imposée comme une parasitose dont on doit se préoccuper en médecine humaine [7]. Des études antérieures sur l'hydatidose humaine au Maroc ont été principalement limitées à des rapports, des études rétrospectives de cas chirurgicaux. Ramzi et al, ont rapporté dans leur étude rétrospective entre 1978 et 1979 que le taux d'incidence chirurgicale oscille autour de 8,42 cas pour 100.000 habitants dans tout le territoire marocain [8]. Récemment, Derfoufi et al (2012), ont rapporté dans leurs études rétrospectives entre 1980 et 2008 une incidence de 3,6 à 5,2 pour 100.000 habitants [9]. La prévalence de l'hydatidose a été rapportée dans plusieurs études en Afrique méditerranéenne. Comme dans le cas de la Lybie [5] et la Tunisie [10-11] qui ont trouvé respectivement une prévalence de 1.7% et 0.4% à 3.6%. En comparaison avec nos résultats, il s'avère que le taux de positivité trouvé dans notre étude est élevé. Ce résultat peut probablement être dû à la population d'étude qui vient pour un dépistage passif à notre Institut et elle est suspecte d'avoir un kyste hydatique.

Dans cette étude, nous avons observé que l'infection est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes. Une observation similaire a été rapportée au Maroc par Benothmane et al, (1999) [12]. Mais ce résultat reste statistiquement non significatif. Au niveau des pays du bassin méditerranéen, particulièrement en Tunisie et en Lybie, des études ont montré des différences significatives des prévalences chez les deux sexes avec la prédominance d'atteintes chez les femmes [13-5]. Cependant, à l'opposé de nos résultats obtenus, Gharbi et al (1986) ont montré la prédominance du sexe masculin par rapport au féminin, mais avec une différence non significative [14]. Toutefois, cette prédominance des femmes par rapport aux hommes obtenus dans notre travail pourrait être expliquée par la différence des comportements des deux sexes. Les femmes ont plus d'activités de promiscuité avec les chiens. De plus, les manipulations quotidiennes des légumes et la pratique des travaux agricoles sont dans la plupart du temps exercés par les femmes [15], ce qui engendre par conséquent, un plus grand risque d'exposition aux œufs d'Echinococcus granulosus.

L'étude de la variation de la séroprévalence de l'hydatidose en fonction de l'âge a montré que chez les personnes âgées de 28-36 ans le pourcentage de positivité est plus élevé (75%). Alors qu'il est aux alentours de 64,8% chez les personnes âgées de moins de 27ans. Ces résultats statistiquement significatifs ont été déjà observés par Abdoussi et al (1998), qui ont montré que l'âge <30 ans, constituait un facteur de risque d'infection par le kyste hydatique [16]. L'infestation peut en fait avoir lieu au cours de l'enfance et ne s'exprime qu'à l'âge adulte vu l'évolution lente de la maladie [17]. De plus, suite aux contacts fréquents et répétés des enfants avec les chiens, l'échinococcose hydatique débute le plus fréquemment durant l'enfance et l'adolescence.

En outre, on note une association statistiquement significative entre l'existence d'un antécédent chirurgical et la séropositivité. Cette relation peut s'expliquer par la possibilité de la survenue de la maladie même après un traitement du Kyste hydatique de longue durée, par le maintien des anticorps à un taux élevé. Leur réapparition après une période négative doit faire craindre la survenue d'une récurrence et justifie la mise en œuvre d'une exploration radio-clinique complète [3]. Il faut éviter dans la mesure du possible, lors du geste chirurgical, la fissuration ou rupture spontanée ou traumatique de l'hydatide qui entraîne une dissémination des protoscolexes au niveau d'autres organes [18]. La fertilité des kystes est un facteur déterminant dans le maintien du cycle parasitaire entre les hôtes intermédiaires et définitifs et, dans le cas de l'homme, c'est un élément indispensable pour le processus de formation d'hydatides secondaires [19].

Par ailleurs, l'échinococcose hydatique touche principalement le foie, le rein et les poumons avec des fréquences respectives de 68.5%, 7.7 % et 6.1%. Cette prédominance de l'atteinte hépatique observée dans notre étude rejoint les résultats rapportés par Derfoufi et al (2012), ainsi que ceux publiés par la Direction d'Epidémiologie et de Lutte contre les Maladies [6]. Cette localisation préférentielle s'explique par la migration des embryophores, qui en quittant l'intestin, ils gagnent le foie, le cœur droit, les poumons, le cœur gauche à partir duquel ils peuvent atteindre les autres organes et tissus par voie aortique. Dans ce cheminement, les larves rencontrent deux filtres essentiels qui sont le foie et les poumons. Toutefois, à l'opposé de notre résultat, Oudni –Mrad et al (2006), ont montré que les poumons qui enregistrent plus de KH après le foie [19]. Cette discordance des résultats probablement due au faible effectif des patients examinés par échographie (n=181), dans notre étude. Au cours d'une étude réalisée en Tunisie en 2006, il est apparu que, quel que soit l'âge ou le sexe du patient, la localisation principale des kystes était pulmonaire (59,5 %), puis hépatique (36%), les localisations splénique (2,5%) et cardiaque (2%) restant exceptionnelles. Il ya des études où les sites de prédilection des kystes hydatiques étaient représentés par le rein (24,1 %), le système nerveux central (22,6 %), le foie (19,6 %) et la rate (11,3 %) [20].

Dans notre étude, la technique ELISA a montré une prévalence faiblement élevée que la prévalence rapportée par la technique HAI. Avec une concordance moyennement élevée (k= 0.77) entre les deux techniques. Ces techniques sérologiques

sont classiques, sensibles, économiques, reproductibles et complémentaires. Des études antérieures ont montré que la sensibilité et la spécificité de l'ELISA sont de 94% et à 90,3% respectivement. Tandis que l'HAI possède une sensibilité de 93,0 % et une spécificité de 94,9% [21]. Par ailleurs, un résultat similaire a été apporté par Akisu et al, (2005) dans une étude comparative entre les tests sérologiques ELISA et l'HAI utilisés pour le dépistage du Kyste hydatique et qui a montré que les deux techniques se complètent, mais elles doivent être couplées à une autre technique plus spécifique telle que l'Immunoblot [22].

Vu l'importance de la prévalence de l'hydatidose humaine chez une population venant à l'Institut National d'Hygiène de Rabat, il est impératif d'insister essentiellement sur l'intérêt du dépistage précoce et en masse par la sérologie. Ce sont ces examens qui permettent le plus souvent de porter le diagnostic, qui apportent les éléments étiologiques les plus importants. La sérologie et la cinétique des anticorps permettent d'apprécier non seulement l'efficacité du traitement, qu'il soit chirurgical ou médicamenteux mais aussi d'éviter les complications du kyste et surtout sa multiplication dans différents organes.

FIGURES

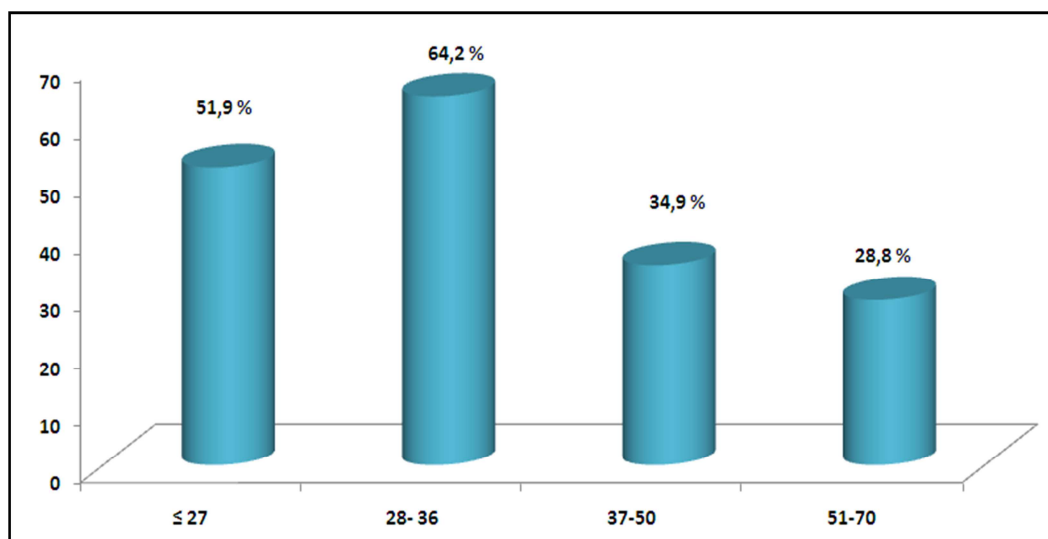


Figure [1]: Séroprévalence de l'Hydatidose en fonction de tranche d'âge
Figure 1: Hydatidosis seroprevalence with age

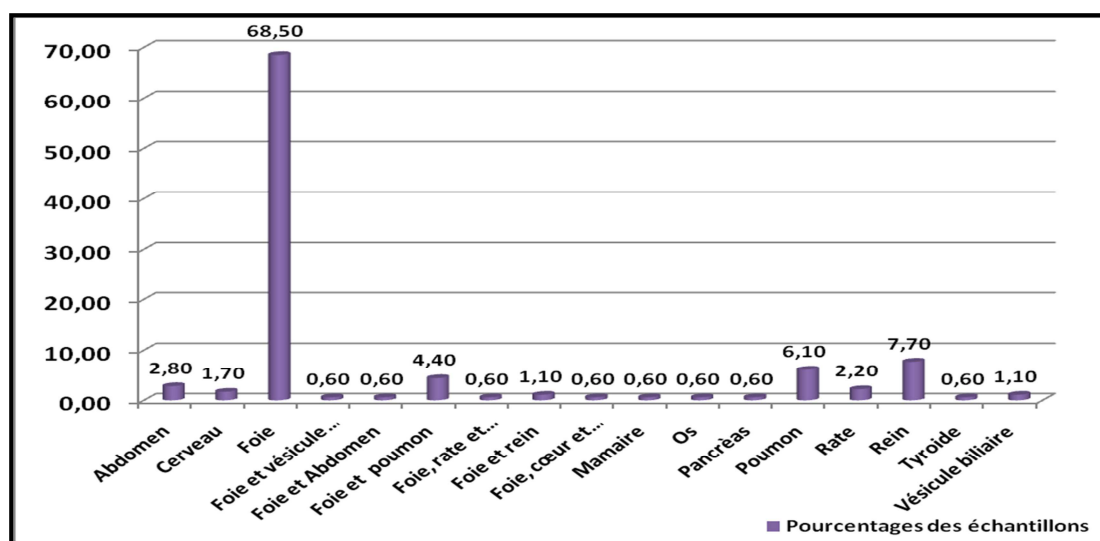


Figure [2]: Répartition des échantillons selon la localisation du kyste
Figure 2 : Specimen distribution with cyst localisation

TABLEAUX

Tableau [1] : Séroprévalence de l'hydatidose selon l'âge, le sexe, la présence des antécédents chirurgicaux et le nombre des opérations chirurgicales**Table [1]: Seroprevalence of hydatidosis with age, gender, presence of surgical history cyst and the number of the surgical operation**

	Séropositive (%)	Séronégative (%)	X ²	P
Sexe				
Féminin	104(71,2)	156 (63,4)	2,50	P >0,05
Masculin	42 (28,8)	90 (36,6)		
Age				
4-27	28(51,9)	26 (48,1)	16,96	p< 0,05
28-36	34 (64,2)	19(35,8)		
37-50	22(34,9)	41 (65,1)		
51-80	15(28,8)	37 (71,2)		
Antécédents chirurgicaux				
Présence	55(56,1)	43 (43,9)	19,92	p< 0,05
Absence	91(31,0)	203 (69,0)		
Nombre des opérations chirurgicales				
Aucune	97(31,4)	212 (68,6)	21,39	p< 0,05
[1- 6]	49 (59,0)	34 (41,0)		

Tableau [2]: Résumé des résultats sérologiques de la détection d'Echinococcus granulosus en utilisant le test HAI et ELISA pour 392 sérums échantillonnés dans la région de Rabat**Table [2]: Summary of the serological detection of Echinococcus granulosus using HAI and ELISA test among 392 sera sampled in Rabat region**

ELISA ^a	HAI ^b		Total	Coefficient de concordance ^c (Kappa)
	Positive (%)	Négative (%)		
Positive	146 (88%)	20 (12 %)	166 (42 %)	K= 0.77
Négative	23 (10,2%)	203 (89,8%)	226 (57,7 %)	
Total	169 (43,1%)	223 (56,9%)	392	

X²= 236, p < 0,05^a Fréquence des cas positifs et négatifs par la technique ELISA ;^b Fréquence des cas positifs et négatifs par la technique HAI ;^c Concordance entre les résultats des deux techniques HAI et ELISA

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Aucun

RÉFÉRENCES

- [1] A. Ameur, M. Lezrek, H. Boumdin, D. Touiti, M. Abbar, A. Beddouch. "Le kyste hydatique du rein. Traitement à propos de 34 cas", Progrès en Urologie, 12: 409-414, 2002.
- [2] ME. Wilson. A World Guide to Infections. "Diseases, Distribution, Diagnosis", Oxford University Press, 769 pp, 1991.
- [3] M. Bezzari, G. Bigaignon, J. Nachega, K. Laasou, JF. Gigot, A. Ayadi. "L'hydatidose: Echinococcose d'importation en Belgique", louvain med, 118: 64-71.1999.
- [4] A. Dakkak. "Données actuellement disponible sur l'échinococcose/hydatidose dans les pays d'Afrique du nord ", 1992.
- [5] MA. Shambesh, PS. Craig, CNL. Macpherson, MT. Rogan, AM. Gusbi, AND. Echuish & F. Echuish. "An extensive ultrasound and serologic study to investigate the prevalence of human cystic Echinococcosis in northern Libya", Am. J. Trop. Med. Hyg, 60: 462-468, 1999.
- [6] Comité interministériel de lutte contre L'hydatidose/Echinococcose: Guide des activités de lutte, Disponible sur internet: URL:http://www.sante.gov.ma; 2007.

- [7] I. Belkourati. "Contribution à l'étude épidémiologique de l'hydatidose dans la province de sidi kacem". Thèse pour l'obtention du Doctorat en Médecine vétérinaire : Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, 157p, 2010.
- [8] K. Ramzi. "Contribution à l'étude épidémiologique et prophylactique de l'hydatidose au Maroc", 1982.
- [9] O. Derfoufi, AE. Ngoh, A. Elmaataoui, EM. Miss, H. Esselmani, M. Lyagoubi, S. Aoufi. "Epidemiological profile of cystic echinococcosis in Morocco from 1980 to 2008", *Annales de Biologie Clinique*, 70: 457-6, 2012.
- [10] N. Mlika, B.Larouze, C. Gaudebout, B.Braham, M. Allegue, MC. Dazza, M. Dridi, S. Gharbi, B. Gaumer, A. Bchir, JJ. Roussett, M. Delattre, M. Jemmali. "Echotomographic and serologic screening for hydatidosis in a Tunisian village", *Am J Trop Med Hyg*, 35: 815-817, 1986.
- [11] A.Bchir, H. Larouze, L. Bouhaoula, L. Bouden, M. Jemmali. "Echotomographic evidence for a highly endemic focus of hydatidosis in central Tunisia". *Lancet ii*, 684. 1987.
- [12] Y. Benothmane. "Estimation du coût de l'hydatidose chez l'homme et les ruminants dans la région d'Azrou" [Thèse]. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II- Rabat, 1999.
- [13] A. Bchir, B. Larouze, M. Soltani, A. Hamdi, H. Bouhaouala, S. Duct, L. Bouden, A.Ganouni, A. Achour, C.Gandebout, JJ. Rousset, M. Jem-Mali. "Echotomographic and serological population- based study of hydatidosis in Central Tunisia", *Acta Trop*, 49: 149-153, 1991.
- [14] HA. Gharbi, W. Hassine, ER MW. Brauner Dupuchk. , "Ultra sound examination of the hydatid liver". *Radiology*, 139: 459-463, 1981.
- [15] Ministère de la santé. Direction de l'épidémiologie et de lutte contre les maladies parasitaires, Etat d'avancement des programmes de lutte contre les maladies parasitaires 2006.
- [16] A. Abdoussi. "Les kystes hydatiques du foie a propos de 30 cas opères à l'hôpital Moulay Ali Cherif d'Errachidia [Thèse], université Mohamed V, faculté de médecine et de pharmacie –Rabat- Maroc, 1998.
- [17] BM. Laghzaoui, S. Bouhya, A. Soummami. "Kystes hydatiques pelviens : à propos de huit cas", *Gynecol Obstet Fertil*, 29: 354 -7, 2001.
- [18] Daali M, Fakir Y, Hssaida R, Ameur M, Abbar M. Les kystes hydatiques du foie rompus dans les voies biliaires-à propos de 64 cas. *Ann Chir* 2001; 126: 242–245.
- [19] M. Oudni-M'Rad, S. M'Rad, M. Gorcii, M. Mekki, M. Belguith, I. Harrabi, A. Nouri, R.Azaiez, H. Mezhoud, H. Babba. "L'échinococcose hydatique de l'enfant en Tunisie : Fertilité et localisation des kystes", *Manuscrit n° 2946. "Parasitologie" 2006.*
- [20] S. Bellil, F. Limaïem, K. Bellil, I. Chelly, A. Mekni, S. Haouet, N. Kchir, M. Zitouna. "Épidémiologie des kystes hydatiques extrapulmonaires : 265 cas en Tunisie", *Médecine et maladies infectieuses*, 39: 341–343, 2009.
- [21] CNL. Macpherson, M. Kachani, M. Lyagoubi, M. Berrada, M. Bouslikhane, M. Shepherd, PF. Fields, M. El Hasnaoui. "Cystic echinococcosis in the Berber of the Mid Atlas Mountains, Morocco: new insights into the natural history of the disease in humans", *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 98: 481–490, 2004.
- [22] C. Akisu, S. Bayram Delibas, G. Yuncu, U. Aksoy, S. Ozkoc, C. Bicmen, S. Sevinc, S. Yaldiz. "Evaluation of IHA, ELISA and Western Blot tests in diagnosis of pulmonary cystic hidatidosis, 53: 156-160, 2005.

Numerical Solution of MHD Viscous Flow of Micropolar Fluid Over a Shrinking Sheet using SOR Iterative Procedure

Dr. Mohammad Shafique¹⁻²

¹Ex-AP, Department of Mathematics, Gomal University, D I Khan, Pakistan

²Current: Private Teaching/Tutoring in Mathematics, Toronto ON, Canada

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 Magnetohydrodynamic (MHD) viscous flow of micropolar fluid over a shrinking sheet has been solved numerically. The similarity transformations have been used to reduce the highly nonlinear partial differential equations of motion to ordinary differential equations. The resulting equations are then solved by using successive over relaxation (SOR) iterative procedure. The results have been calculated on three different grid sizes to check the accuracy of the results. The results for problem relates to the flows over a shrinking sheet are computed for various values of the flow parameters M and s , where M is the magnetic parameter and s is the wall mass transfer parameter. The numerical results for Micropolar fluids are found in good agreement with those of Newtonian fluids.

KEYWORDS: Micropolar Fluids, Shrinking Sheet and SOR Iterative Procedure.

1 INTRODUCTION

The flow problems are being investigated for shrinking surface due to its importance in extrusion processes.. The magnetohydrodynamic (MHD) boundary layer flow of a Second Grade fluid over a shrinking sheet has been studied by Hayat et al [1]. Fang [2] has been examined boundary layer flow over a shrinking sheet with power-law velocity. The MHD boundary layer flow of fluid over a shrinking sheet has been studied by Fang et al [3]. Nadeem et al [4] and Ara et al [5] have been investigated MHD boundary layer flow of fluid over an exponentially permeable shrinking sheet. The steady boundary layer flow and steady two-dimensional flow of a nanofluid past a nonlinearly permeable stretching/ shrinking sheet is numerically studied by Zaimi et al [6, 7].

Kamal and Hussain [8, 9] obtained the numerical results, using SOR method, for the micropolar fluid motion caused by the stretching of a surface in a rotating fluids and inside a stretching channel. Kamal, Ashraf and Syed [10] considered a two dimensional flow of a micropolar fluid driven by injection between two porous disks. while Shafique and Rashid [11] obtained numerical solution of three dimensional micropolar flows due to a stretching flat surface. Shafique et al [12] have been studied the problem numerical solutions of MHD viscous flow of micropolar fluids due to a shrinking sheet numerically by using SOR iterative procedure.

The problem of MHD flow of micropolar fluid over a shrinking sheet has been examined numerically. The electromagnetic effects for micropolar fluids are taken in to account when considering the flows of electroconducting fluids in a magnetic field. The similarity transformations have been used to reduce the highly nonlinear partial differential equations of motion to ordinary differential equations. The resulting equations are then solved by using SOR iterative procedure [13]. The effects of flow parameters namely the magnetic parameter M and the wall mass transfer parameter s have been observed. The results have been obtained for three different cases of the material constants. The results have been compared with the results of Newtonian fluid as obtained and with the previous results where possible.

2 MATHEMATICAL ANALYSIS

The MHD viscous flow of micropolar fluids is assumed to be steady, laminar and incompressible. The fluid flow due to a continuously shrinking sheet in the frame of two dimensional Cartesian coordinate system is considered. The x-axis is taken along the direction of shrinking surface opposite to sheet motion and y-axis is in the direction perpendicular to it. The fluid is electrically conducting in the presence of a magnetic field of strength B_0 . The electromagnetic body force is given as $\underline{f} = -\sigma B_0^2(u, 0, 0)$. The velocity vector is represented as $\underline{V} = V(u, v)$ and the spin velocity vector is $\underline{\omega} = \omega(0, 0, \omega_3)$. The body couples are neglected.

The resulting partial differential equations, with the above assumptions, become:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$(\mu + \kappa) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \kappa \frac{\partial \omega_3}{\partial y} - \frac{\partial \pi}{\partial x} + \underline{J} \times \underline{B} = \rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right), \quad (2)$$

$$(\mu + \kappa) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \kappa \frac{\partial \omega_3}{\partial x} - \frac{\partial \pi}{\partial y} = \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right), \quad (3)$$

$$\gamma \left(\frac{\partial^2 \omega_3}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_3}{\partial y^2} \right) + \kappa \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) - 2\kappa \omega_3 = \rho j \left(u \frac{\partial \omega_3}{\partial x} + v \frac{\partial \omega_3}{\partial y} \right). \quad (4)$$

The velocity components $\underline{V} = V(u, v)$ and the microrotation vector $\underline{\omega} = \omega(0, 0, \omega_3)$ can be written as:

$$u = u(x, y), \quad v = v(x, y), \quad \omega_3 = \omega_3(x, y) \text{ and } \underline{J} \times \underline{B} = f_x = -\sigma B_0^2 u \quad (4)$$

The boundary conditions are:

$$\begin{cases} u(x) = -U_w, & v(x) = v_w(x), & \omega_3 = 0, & y \rightarrow 0, \\ u(x) \rightarrow 0, & \omega_3 \rightarrow 0, & & y \rightarrow \infty. \end{cases} \quad (5)$$

where the sheet shrinking velocity is $U_w = -U_0 x$ and the wall mass transfer is $v_w(x) = -\sqrt{U_0 \nu} f(0)$.

We now make the equations of motion dimensionless by using the following similarity transform:

$$u = U_0 x f'(\eta), \quad v = -\sqrt{U_0 \nu} f(\eta) \quad \text{and} \quad \omega_3 = \frac{-\sqrt{U_0^3 x}}{\sqrt{\nu}} L(\eta). \quad (6)$$

where $\eta = y \sqrt{\frac{U_0}{\nu}}$ is a non-dimensional variable.

The equation of continuity (1) is satisfied. The following equation can be determined from equation (3) as:

$$\frac{\partial \pi}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} - \frac{\kappa}{\rho} \frac{\partial \omega_3}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y}$$

The pressure π can be obtained from this equation by integration with respect to η .

The equation (2) and (4) are reduced to a set of non linear ordinary differential equations

$$f''' + ff'' - f'^2 - M^2 f' - C_1 L' = 0, \quad (7)$$

$$L'' + C_2 (f'' - 2L) + C_3 (fL' - f'L) = 0. \quad (8)$$

Where M is the magnetic parameter with $M^2 = \frac{\sigma B^2}{\rho U_0}$ and here C_1, C_2, C_3 are non-dimensional constants in the form

$$C_1 = \frac{\kappa}{\mu + \kappa}, C_2 = \frac{\kappa \nu}{\gamma U_0} \text{ and } C_3 = \frac{\rho j \nu}{\gamma}.$$

The dimensions of the parameters involved are as follows:

$$[\mu, \kappa] = MT^{-1}L^{-1}, [\gamma] = MLT^{-1}, [j] = L^2, [\rho] = ML^{-3}, [U_0] = T^{-1} \text{ and } [\nu] = L^2T^{-1}.$$

The boundary conditions become:

$$\begin{cases} f = s, & f' = -1, & L = 0, & \text{at } \eta = 0, \\ f' \rightarrow 0, & L \rightarrow 0, & & \text{as } \eta \rightarrow \infty, \end{cases} \quad (9)$$

where s is the wall mass transfer parameter showing the strength of the mass transfer at the sheet.

3 FINITE DIFFERENCE EQUATIONS

The third order non-linear ordinary differential equation (7) and (8) are reduced in order by taking

$$f' = P. \quad (10)$$

We obtain

$$P'' + P'f - P^2 - M^2 P - C_1 L = 0, \quad (11)$$

$$L'' + C_2 (P' - 2L) + C_3 (fL' - PL) = 0. \quad (12)$$

The boundary conditions (9) become

$$\begin{cases} f = s, & P = -1, & L = 0, & \text{at } \eta = 0, \\ P \rightarrow 0, & L \rightarrow 0, & & \text{as } \eta \rightarrow \infty. \end{cases} \quad (13)$$

The equation (11) and (12) are discretized by using central difference approximation at a typical grid point $\eta = \eta_n$ of the interval $[0, \infty)$. The resulting finite difference equation is given below.

$$(2 + hf_n)P_{n+1} + (2 - hf_n)P_{n-1} - C_1 h(L_{n+1} - L_{n-1}) = (4 + 2h^2 M^2 + 2h^2 P_n)P_n, \quad (14)$$

$$(2 + C_3 hf_n)L_{n+1} + (2 - C_3 hf_n)L_{n-1} + C_2 h(P_{n+1} - P_{n-1}) = (4 + 4C_2 h^2 + 2C_3 h^2 P_n)L_n, \quad (15)$$

where h denotes the grid size and the symbols used denote $f_n = f(\eta_n)$, $P_n = P(\eta_n)$. For computational purposes, we replace the interval $[0, \infty)$ by $[0, \beta)$ where β is sufficiently large.

4 COMPUTATIONAL PROCEDURE

We now solve numerically the first order ordinary differential equation (10) and the finite difference equation (14) and (15) at each interior grid point of the interval. The equation (10) is integrated by the Simpson's (1/3) rule with the formula of Adams-Moulton, whereas the equation (14) and (15) are solved by using SOR iterative procedure subject to the appropriate conditions.

In order to accelerate the speed of convergence of the SOR method, the optimum value of the relaxation parameter ω_{opt} is estimated between 1 and 2. The optimum value of the relaxation parameter for the problem under consideration is 1.5. The SOR iterative procedure is terminated when the following criterion is satisfied:

$$\max_{i=1}^n |U_i^{n+1} - U_i^n| < 10^{-6}$$

where n denotes the number of iterations and U stands for each of P , f and L . The accuracy of the solution has been checked for step sizes $h=0.025$, 0.0125 and 0.006 .

5 DISCUSSION ON NUMERICAL RESULTS

The results of the numerical computation for the problem under consideration are presented here for distinct values of the flow parameters namely s and M . The calculations of the results have been carried out on different grid sizes namely $h=0.025$, 0.0125 , 0.006 . The calculations have also been made for three sets of material constants C_1 , C_2 and C_3 given in the table below.

Case	C_1	C_2	C_3
I	0.1	1.5	1.1
II	0.2	3.0	1.5
III	0.3	0.5	0.2

If the above constants are zero, the micropolar fluids flow becomes the Newtonian fluids flow. The three different cases for the values of the constants have been considered for this micropolar fluids flow problem during the computational work. When C_1 is small and C_2 , C_3 are large, the micropolar fluids flow resembles with Newtonian fluids flow as in Case-I. The cases II and III are far from the results of Newtonian fluids due to fast micro rotation of the molecules because of large values of material constants.

Tables 1 to 6 show the comparison of the values for the functions f , f' and L in the case-I of the material constants for each of grid sizes. The excellent comparison of the results validates our computational procedure. The comparison of the values of $f''(0)$ for micropolar fluids and Newtonian fluids is given in Table 7.

Graphically, the behavior of f' and f has been depicted in Figure 1 to Figure 6. Figure 1 and Figure 2 demonstrate f' and f respectively for $M=1$ and positive values of s . The graphs of f' and f have been plotted for $M=2$ and presented in Figure 3 and Figure 4 respectively. When $M=4$, the results of these functions are shown in Figure 5 and Figure 6.

It is noticed that the effect of M is stronger for its larger values. The wall shear stress increases with increase in the values of s for all fixed values of M . It can be easily observed that initially f decreases slightly and then become uniform.

6 CONCLUSION

The effects of different parameters are observed on the similarity, velocity, micro rotation profiles. The wall shear stress increases with increase in the values of s for all fixed values of M . It can be easily observed that initially f decreases slightly and then become uniform. The function f' increases with the increasing values of s at a fixed value of M . The boundary layer becomes thinner for larger s . The increasing values of s increase the micro rotation. The comparison of Micropolar results is excellent with the results Newtonian and reported by Fang et al [3].

Table 1. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	$M=1.0 \text{ \& } s=0.1$			$M=1.0 \text{ \& } s=2.0$		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	0.100000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-0.858970	-0.918928	0.021512	1.568095	-0.134295	0.042931
	2.000	-1.739811	-0.843681	0.033470	1.510688	-0.017341	0.022220
	3.000	-2.547844	-0.772731	0.040329	1.503502	-0.001973	0.008951
	4.000	-3.281658	-0.686204	0.042801	1.502772	-0.000127	0.002881
	5.000	-3.781522	0.000000	0.000000	1.502747	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	0.100000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-0.859093	-0.919062	0.020901	1.568233	-0.134175	0.027609
	2.000	-1.739894	-0.843414	0.027134	1.510830	-0.017440	0.007741
	3.000	-2.547409	-0.771990	0.027345	1.503511	-0.002107	0.001248
	4.000	-3.280374	-0.685313	0.030177	1.502674	-0.000205	0.000148
	5.000	-3.779514	0.000000	0.000000	1.502607	0.000000	0.000000
0.006	0.000	0.100000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-0.859123	-0.919059	0.024760	1.568242	-0.134162	0.010471
	2.000	-1.739926	-0.843345	0.024937	1.510808	-0.017482	0.000553
	3.000	-2.547219	-0.771711	0.006804	1.503458	-0.002129	0.000037
	4.000	-3.279892	-0.684937	0.003783	1.502607	-0.000212	0.000004
	5.000	-3.778624	0.000000	0.000000	1.502536	0.000000	0.000000

Table 2. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	$M=1.0 \text{ \& } s=5.0$			$M=2.0 \text{ \& } s=-6.0$		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	5.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	4.801831	-0.006462	0.009753	-6.800227	-0.629003	0.027557
	2.000	4.800614	-0.000008	0.001298	-7.303545	-0.395598	0.040321
	3.000	4.800620	0.000004	0.000142	-7.620075	-0.248761	0.044507
	4.000	4.800620	0.000000	0.000014	-7.819076	-0.156316	0.041070
	5.000	4.800620	0.000000	0.000000	-7.932308	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	5.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	4.801687	-0.006525	0.004165	-6.800283	-0.629096	0.032760
	2.000	4.800434	-0.000024	0.000147	-7.303653	-0.395559	0.038988
	3.000	4.800432	0.000002	0.000003	-7.620010	-0.248473	0.024697
	4.000	4.800432	0.000000	0.000000	-7.818689	-0.156014	0.011852
	5.000	4.800432	0.000000	0.000000	-7.931770	0.000000	0.000000
0.006	0.000	5.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	4.801647	-0.006552	0.000663	-6.800351	-0.629117	0.036279
	2.000	4.800381	-0.000027	0.000002	-7.303646	-0.395465	0.017983
	3.000	4.800379	0.000001	0.000000	-7.619922	-0.248365	0.003067
	4.000	4.800379	0.000000	0.000000	-7.818454	-0.155838	0.001031
	5.000	4.800379	0.000000	0.000000	-7.931354	0.000000	0.000000

Table 3. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	M=2.0 & s= -4.0			M=1.0 & s=-1.0		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	-4.000000	-1.000000	0.000000	-1.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-4.737042	-0.524761	0.038867	-1.559466	-0.272207	0.051700
	2.000	-5.123742	-0.275254	0.050216	-1.711516	-0.073743	0.044463
	3.000	-5.326523	-0.144280	0.048717	-1.752557	-0.019751	0.028959
	4.000	-5.432733	-0.075394	0.038506	-1.763425	-0.005059	0.015085
	5.000	-5.481737	0.000000	0.000000	-1.765770	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	-4.000000	-1.000000	0.000000	-1.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-4.737109	-0.524848	0.042825	-1.559414	-0.272058	0.043730
	2.000	-5.123789	-0.275075	0.041068	-1.711252	-0.073524	0.022988
	3.000	-5.326255	-0.143887	0.021056	-1.752167	-0.019736	0.006333
	4.000	-5.432118	-0.075153	0.008277	-1.763111	-0.005205	0.001295
	5.000	-5.481070	0.000000	0.000000	-1.765598	0.000000	0.000000
0.006	0.000	-4.000000	-1.000000	0.000000	-1.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-4.737164	-0.524797	0.040238	-1.559436	-0.272012	0.024652
	2.000	-5.123745	-0.275040	0.012878	-1.711268	-0.073558	0.002163
	3.000	-5.326185	-0.143807	0.001532	-1.752203	-0.019734	0.000129
	4.000	-5.431950	-0.075053	0.000521	-1.763145	-0.005207	0.000032
	5.000	-5.480806	0.000000	0.000000	-1.765633	0.000000	0.000000

 Table 4. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	M=2.0 & s= 1.0			M=2.0 & s=2.0		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	1.000000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	0.609069	-0.099751	0.037869	1.683378	-0.049423	0.027532
	2.000	0.570339	-0.009646	0.018848	1.667929	-0.002253	0.009722
	3.000	0.566701	-0.000812	0.007379	1.667284	-0.000048	0.002752
	4.000	0.566438	-0.000021	0.002420	1.667289	0.000015	0.000667
	5.000	0.566444	0.000000	0.000000	1.667297	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	1.000000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	0.609169	-0.099651	0.024366	1.683428	-0.049408	0.015148
	2.000	0.570457	-0.009698	0.005759	1.667940	-0.002315	0.002044
	3.000	0.566745	-0.000887	0.000689	1.667246	-0.000081	0.000135
	4.000	0.566424	-0.000061	0.000055	1.667230	0.000004	0.000005
	5.000	0.566406	0.000000	0.000000	1.667232	0.000000	0.000000
0.006	0.000	1.000000	-1.000000	0.000000	2.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	0.609173	-0.099646	0.008037	1.683429	-0.049428	0.003786
	2.000	0.570437	-0.009726	0.000254	1.667915	-0.002332	0.000066
	3.000	0.566708	-0.000896	0.000013	1.667211	-0.000085	0.000002
	4.000	0.566381	-0.000065	0.000001	1.667192	0.000003	0.000000
	5.000	0.566361	0.000000	0.000000	1.667192	0.000000	0.000000

Table 5. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	$M=2.0$ & $s=4.0$			$M=4.0$ & $s=-6.0$		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	4.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	3.787124	-0.009351	0.012141	-6.447936	-0.149845	0.029902
	2.000	3.785204	-0.000045	0.001984	-6.514992	-0.022362	0.019056
	3.000	3.785205	0.000006	0.000259	-6.524959	-0.003285	0.008332
	4.000	3.785207	0.000001	0.000029	-6.526404	-0.000461	0.002883
	5.000	3.785207	0.000000	0.000000	-6.526594	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	4.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	3.787052	-0.009401	0.005081	-6.447893	-0.149769	0.023870
	2.000	3.785094	-0.000066	0.000206	-6.514896	-0.022350	0.005975
	3.000	3.785084	0.000002	0.000004	-6.524876	-0.003313	0.000504
	4.000	3.785084	0.000000	0.000000	-6.526349	-0.000483	0.000030
	5.000	3.785084	0.000000	0.000000	-6.526552	0.000000	0.000000
0.006	0.000	4.000000	-1.000000	0.000000	-6.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	3.787023	-0.009426	0.000752	-6.447907	-0.149768	0.007173
	2.000	3.785054	-0.000069	0.000003	-6.514920	-0.022359	0.000116
	3.000	3.785044	0.000002	0.000000	-6.524900	-0.003303	0.000010
	4.000	3.785044	0.000000	0.000000	-6.526371	-0.000482	0.000002
	5.000	3.785044	0.000000	0.000000	-6.526574	0.000000	0.000000

Table 6. The results of functions f , f' , L in the case-I and for flow parameters M, s

h	η	$M=4.0$ & $s=-3.0$			$M=4.0$ & $s=1.0$		
		f	f'	L	f	f'	L
0.025	0.000	-3.000000	-1.000000	0.000000	3.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-3.350530	-0.070454	0.026784	2.823789	-0.003425	0.008020
	2.000	-3.375148	-0.004875	0.011568	2.823210	0.000000	0.000872
	3.000	-3.376820	-0.000305	0.003468	2.823213	0.000001	0.000065
	4.000	-3.376914	-0.000010	0.000821	2.823213	0.000000	0.000004
	5.000	-3.376916	0.000000	0.000000	2.823213	0.000000	0.000000
0.0125	0.000	-3.000000	-1.000000	0.000000	3.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-3.350445	-0.070377	0.017012	2.823782	-0.003449	0.002513
	2.000	-3.375046	-0.004902	0.002365	2.823186	-0.000007	0.000035
	3.000	-3.376748	-0.000331	0.000123	2.823186	0.000000	0.000000
	4.000	-3.376860	-0.000019	0.000004	2.823186	0.000000	0.000000
	5.000	-3.376865	0.000000	0.000000	2.823186	0.000000	0.000000
0.006	0.000	-3.000000	-1.000000	0.000000	3.000000	-1.000000	0.000000
	1.000	-3.350446	-0.070382	0.003606	2.823763	-0.003459	0.000173
	2.000	-3.375058	-0.004910	0.000045	2.823163	-0.000008	0.000000
	3.000	-3.376764	-0.000332	0.000002	2.823163	0.000000	0.000000
	4.000	-3.376877	-0.000020	0.000000	2.823163	0.000000	0.000000
	5.000	-3.376882	0.000000	0.000000	2.823163	0.000000	0.000000

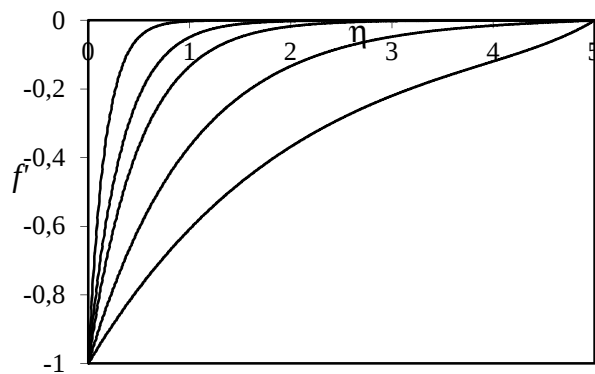


Figure 1: Graph of f' for $M=1$ and $s=0.5, 1, 2, 3$ and 6 from top.

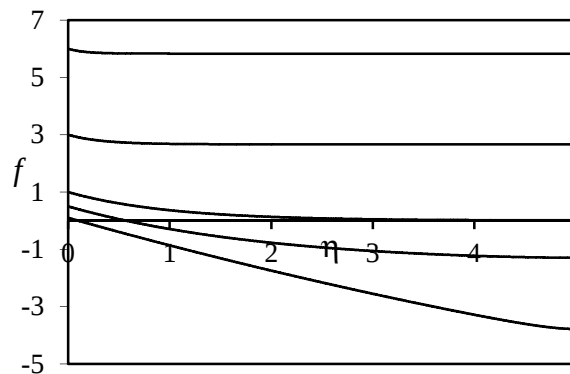


Figure 2: Graph of f for $M=1$ and different values of s

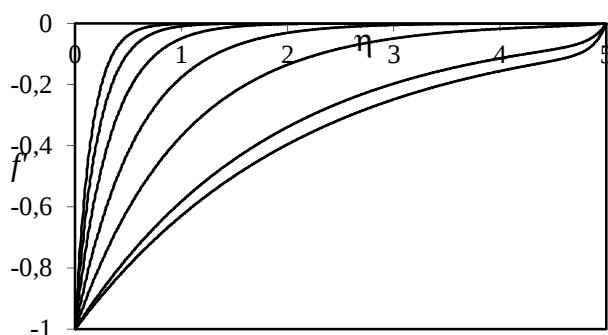


Figure3: Graph of f' for $M=2$ and different values of $s=-6, -5, -2, 0, 2, 4$ and 6 from top.

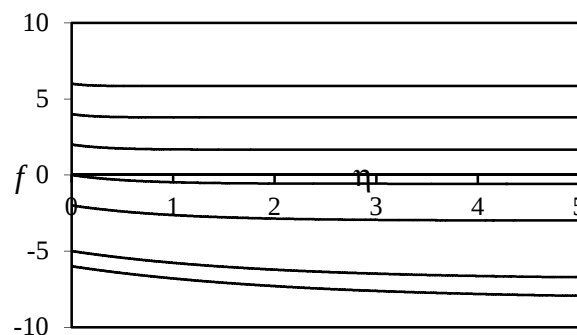


Figure4: Graph of f for $M=2$ and different values of s

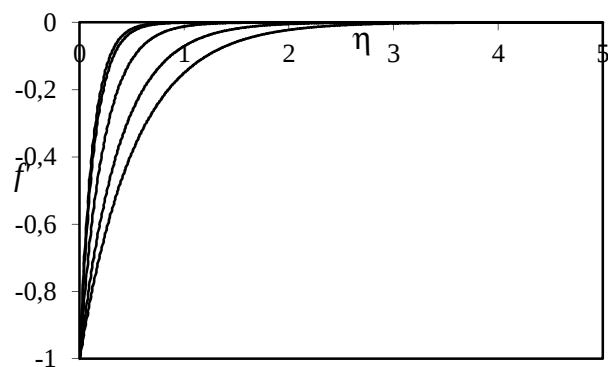


Figure5: Graph of f' for $M=4$ and different values of $s=-6, -3, 1, 3$ and 6 from top.

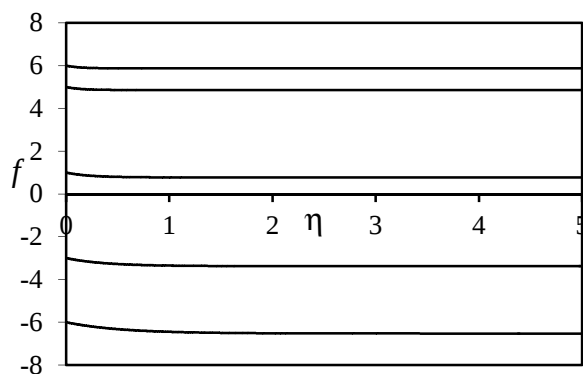


Figure6: Graph of f for $M=4$ and different values of s

Table 7: The comparison of Micropolar fluids and Newtonian fluids for $f''(0)$

M	s	Micropolar fluids			Newtonian fluids	
		I	II	III	Present Results	Previous Results [3]
1	1.0	0.991964	0.933962	0.862684	0.996923	1.00000
	3.0	2.972517	2.992992	2.934408	2.971773	3.00000
	5.0	4.923592	4.914522	4.908409	4.923077	5.00000
	6.0	5.890122	5.923519	5.882006	5.889731	6.00000
2	-5.0	0.539112	0.500002	0.474472	0.540485	0.541381
	-4.0	0.642527	0.5907822	0.549173	0.644388	0.645751
	-2.0	0.993424	0.909405	0.823355	0.996809	1.00000
	-1.0	1.293154	1.194324	1.0727977	1.297235	1.302775
4	-6.0	1.885499	1.826984	1.772413	1.887569	1.898979
	-5.0	2.094440	2.026815	1.959486	2.095728	2.1097722
	-3.0	2.628965	2.547340	2.449760	2.631159	2.6533119
	-1.0	3.366156	3.280859	3.153353	3.368683	3.4051248
	0.0	3.824530	3.739739	3.606482	3.826008	3.8729833
	1.0	4.343233	4.248524	4.131737	4.344549	4.4051248
	3.0	5.553141	5.472822	5.392885	5.554104	5.653311
	5.0	6.953611	6.908465	6.822863	6.954012	7.109772
	6.0	7.707100	7.674437	7.599907	7.706906	7.898979

REFERENCES

- [1] T. Hayat, Z. Abbas and M. Sajid, (2007), On the Analytic Solution of MHD Flow of a Second Grade Fluid Over a Shrinking Sheet, J. Appl. Mech. 74(6), 1165-1171
- [2] Tiegang Fang, (2008), Boundary layer flow over a shrinking sheet with power-law velocity, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 51, Issues 25–26, 5838–5843.
- [3] Fang, T. and Zhang, Ji. (2009), Closed- Form exact solutions of MHD viscous flow over a shrinking sheet, Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 14, 2853–2857.
- [4] S. Nadeem, Rizwan Ul Haq, C. Lee, (2012), MHD flow of a Casson fluid over an exponentially shrinking sheet, Scientia Iranica B 19 (6), 1550–1553.
- [5] Asmat Ara, Najeeb Alam Khan, Hassam Khan, Faqiha Sultan, (2014), Radiation effect on boundary layer flow of an Eyring–Powell fluid over an exponentially shrinking sheet, Ain Shams Engineering Journal, Volume 5, Issue 4, 1337–1342.
- [6] Khairy Zaimi, Anuar Ishak & Ioan Pop, (2014), Boundary layer flow and heat transfer over a nonlinearly permeable stretching/shrinking sheet in a nanofluid, Scientific Reports 4, Article number: 4404 doi:10.1038/srep04404.
- [7] Khairy Zaimi, Anuar Ishak, Ioan Pop, (2014), Flow Past a Permeable Stretching/Shrinking Sheet in a Nanofluid Using Two-Phase Model, PLoS ONE 9(11): e111743.
- [8] M.A. Kamal and S. Hussain. Stretching of a surface in a rotating micropolar fluid, Int. J. Sci. Tech., spring-fall, 30-36, (1994).
- [9] M.A. Kamal and S. Hussain. (1994). Steady flow of a micropolar fluid in a channel with an accelerating surface velocity, Journal of Natural Sciences and Mathematics, 34(1), 23-40.
- [10] M.A. Kamal, M. Ashraf, and K. S. Syed. (2006), Numerical solution of steady viscous flow of a micropolar fluid driven by injection between two porous disks. App Math. & Comp, 179(1), 1-10.
- [11] M. Shafique and A. Rashid (2006), Numerical study of the three dimensional micropolar flows due to a stretching flat surface, Int. J. of Mathematics and Analysis, 1(2), 175-189.
- [12] M. Shafique, Fatima Abbas, A. Rashid. MHD Viscous Flow of Micropolar Fluids due to a Shrinking Sheet. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 3, Issue 7, 651-658, 2013.
- [13] C. F. Gerald, "Applied Numerical Analysis," Addison- Wesley Publication, New York, 1989.

AMELIORATION DU ROUISSAGE DU MANIOC PAR UTILISATION D'UN STARTER MICROBIEN DE TROIS SOUCHES

[AMELIORATION OF CASSAVA RETTING BY A STATER CULTURE OF THREE STRAINS]

Roger DJOULDE DARMAN¹, Jean Justin ESSIA NGANG², and Francois-Xavier ETOA²

¹Institut Supérieur du Sahel, Université de Maroua, B.P46 Maroua, Cameroun

²Département de microbiologie, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun

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

ABSTRACT: Cassava retting is one of the main step for cassava processing. This step involve some microorganisms which activity impact on the quality of cassava derived products. With the aims of ensuring a good quality of cassava products, tree strains of microorganism namely *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, and *Rhyzopus sp.*, were tested as starter culture on cassava variety TMS 3001, fermentation. The use of this starter made of 10^9 cells/ml of *Lactobacillus sp.*, 10^6 cells/ml of yeast, and 10^4 cells/ml of mould spores, permitted to reduce the retting time from five days to two days, to reduce cassava cyanogen by 95% and to ameliorate the hygienic quality of by products by eliminating pathogens development. This new approach may encourage industrial production of stabilized quality cassava derived product.

KEYWORDS: Cassava Retting, Stater Culture of Three Strains.

RÉSUMÉ: Le rouissage du manioc est l'une des principales étapes des procédées de transformation du manioc. Celle-ci fait intervenir une succession de divers micro-organismes dont l'activité a un impact sur la qualité des produits finis. Afin de permettre un meilleur contrôle du rouissage naturel, et d'assurer une meilleure qualité des produits de transformation du manioc, trois souches microbiennes dont *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, et *Rhyzopus sp.*, ont été testées comme starter sur du manioc amers de variété TMS 3001. L'utilisation de ce starter composé de 10^9 cellules/ml de *Lactobacillus sp.*, 10^6 cellules/ml de levures, et 10^4 cellules/ml de spores fongique, a permis de réduire la durée du rouissage de cinq jours à 40 heures, de réduire le taux de glucosides cyanogénétiques de 95%, et d'améliorer la qualité microbiologique du manioc rouis en éliminant le développement des germes pathogènes. Cette nouvelle approche permet d'augurer une production à l'échelle industrielle des produits fermentés dérivés du manioc de qualité standardisé.

MOTS-CLEFS: Manioc, rouissage, ferment.

1 INTRODUCTION

Les processus de transformation du manioc pour l'alimentation traditionnelle son très variés. Comme cette plante se cultive dans toute la zone tropicale depuis très longtemps, des techniques se sont développées et ont donné lieu à des produits très différents selon la zone considérée [1, 2, 3, 4]. Ces nombreux produits mis au point par l'expérience accumulée par les populations, qui tiennent compte des objectifs alimentaires, sociaux, économiques et culturel, ont souvent pour préoccupations essentielles, la conservation d'une denrée très périssable et l'élimination de la toxicité liée à la présence de glucosides cyanogénétiques [5, 6]. Pour atteindre ces deux principaux objectifs, les pratiques traditionnelles ont abouti à plusieurs procédés dont la fermentation conduisant à l'acidification par action des bactéries lactiques est une composante

que l'on retrouve quasiment dans tous les procédés de transformation traditionnelle du manioc [7,8;9]. Malheureusement, ce processus fermentaire qui s'effectue spontanément grâce au développement de la microflore épiphyte [10, 11], peut conduire à des produits d'une qualité organoleptique, microbiologique ou toxicologique indésirable [12, 13]). L'inoculation du manioc avec un starter de microorganismes à multiples potentialités, permettrait d'assurer la maîtrise de l'étape de fermentation et ainsi réduire voir éliminer les contraintes associés à la production des dérivés du manioc de qualité [14]. L'objectif de ce travail est donc l'utilisation d'un starter composé de trois microorganismes sélectionnés de la nature, dans le but d'améliorer les qualités toxicologiques, nutritionnelles, et microbiologiques du manioc pendant le rouissage.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ORIGINE DES SOUCHES

Les souches ayant des potentialités multiples notamment : Etres amylolytiques, produire la β -glucosidase (linamarase), enzyme qui dégrade la linamarase, produire les pectinases, ont été isolés de la nature suivant les méthodes décrites par Olukoya [15].

2.2 PRÉPARATION ET UTILISATION DU STARTER

Les microorganismes utilisées pour la préparation de notre starter sont des souches de *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.* *Rhizopus sp.*; toutes à activité amylolytique, linamarase et, pectinase importantes [16]. Le rouissage est effectué par ensemencement des tubercules de manioc par: Une culture mixte de *Lactobacillus sp.* contenant 10^9 cellules/ millilitre, de *Saccharomyces sp.* contenant 10^{12} cellules/ millilitre, et de *Rhizopus sp.* contenant 10^7 spores / millilitre.

2.3 MÉTHODOLOGIE

Après prélèvements aux champs, les racines de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) de variétés amer fournies par le centre I.R.A.D de Ngaoundéré, non altérées sont lavées, épluchées, puis découpées. Des lots de 500 g sont réalisés. Un premier lot est immergé dans de l'eau de pluie ou de puits, dans un erlen de 1 L, et sert de témoins de rouissage naturel au laboratoire. Un second lot est immergé dans de l'eau puis inoculée par le starter avant d'être incubé avec le premier lot, à température du laboratoire, et sert de témoins de rouissage avec le Starter. Parallèlement des prélèvements sont effectués chez une ménagère qui réalise une fermentation en puits dans un trou creusé à même le sol, remplis d'eau, par immersion des tubercules. Ceci constitue le témoin de fermentation naturel traditionnel. Des portions de tubercules et d'eau de rouissage sont alors prélevées toutes les 24 heures pour analyses biochimiques et microbiologiques.

2.4 MÉTHODES ANALYTIQUES

2.4.1 LE PH

La détermination du pH est effectuée sur de racines prélevées toutes les 24 heures de manière aléatoire dans les échantillons témoins (pH mètre p 307 consort)

2.4.2 INDICE DE PÉNÉTROMÉTRIE

Le protocole utilisé pour suivre le ramollissement des racines est l'indice de penetrometrie tel que decrit par Ampe [17].

2.4.3 PROTÉINES TOTALES

Les Protéines totales sont évaluées par la méthode modifiée de Hantzsch [18] sur des échantillons de tubercules prélevés de manière aléatoire en fin de rouissage.

2.4.4 DÉTERMINATION DE LA CONCENTRATION EN CYANURES TOTAUX RÉSIDUELS

Les cyanures totaux seront déterminés suivant la méthode enzymatique d'Ikediobi [19], sur des échantillons de tubercules prélevés de manière aléatoire en fin de rouissage.

2.4.5 NUMÉRATION DE LA MICROFLORE

Le suivi de l'évolution de la microflore au cours des différents rouissages se fait sur des échantillons prélevés toutes les 24 heures, par les méthodes classiques de dénombrement en boîtes de pétries d'après les méthodes de Buttiaux *et al.* [20]. En utilisant le milieu EMB (éosine méthylène bleu) pour les coliformes totaux, du Sabouraud au chloramphénicol pour la flore fongique totale, et du TSN (Tryptcase-Sulfite-Néomycine) pour les Sulfito réducteurs.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.

3.1 CARACTERISTIQUES DES SOUCHES DU STARTER

L'isolement, fait par screening avec pour base la production des enzymes α -amylases, β -glucosidases, polygalacturonase, et la résistance aux fortes teneurs en composées cyanés, nous a permis de retenir les souches dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau1, pour notre Starter.

Tableau 1 : Caractéristiques des souches du starter

Origine	Pulpe de manioc en fermentation	Pulpe en fermentation et pelures jetées	Pelures jetées et nature
Milieu d'isolement	M.R.S*	SABOURAUD*	PDA*
Morphologie	Bacilles gram +	Hyphes et Ascospores	Filaments, et Blastospores
Catalase	-	nd	nd
α -amylase	+	+	-
β -glucosidase	+	-	+
Pectine méthylesterase	-	+	+
Bactériocine	+	nd	nd
Orientation	<i>Lactobacillus sp.</i>	<i>Saccharomyces sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>

*= Modifiés par ajout de 10g d'amidon, du K.C.N à 0,25% et, 2g du citrate de fer ammoniacal plus 1g d'esculine pour un litre du milieu.

nd= non déterminé

Le bagage enzymatique de ces souches sera mis à contribution pour l'amélioration des qualités toxicologique et nutritive du manioc [12]. En effet, la linamarase (β -glucosidase) contribuera à dégrader la linamarine, principal responsable de la toxicité du manioc [21]; l' α -amylase servira à dégrader l'amidon du manioc en sucres fermentescibles et, fournir le substrat de fermentation à la microflore toute entière [22]. La pectineméthylesterase, contribuera au ramollissement en attaquant la pectine principale squelette rigide des cellules du manioc [23].

3.2 pH

On note une baisse plus accentuée du pH lors du rouissage avec le starter comparativement aux rouissages naturels (Fig 1). Ceci pourrait être dû à une introduction massive des lactobacilles du starter dont l'activité de synthèse des acides organiques contribue à accentuer le pH [24]. Ceci pourrait être bénéfique dans le sens de l'amélioration de la qualité hygiénique des dérivés du manioc, et même augmenter leur durée de conservation [25]. En fait les bactéries lactiques introduites ici en grande quantité, produiraient de l'acide lactique, et peut être dans certains cas de l'acide acétique [10, 26], ceci limiterait considérablement le développement des microorganismes indésirables ou pathogènes par leurs propriétés antiseptiques reconnues [27]. Pour que l'action stabilisatrice soit efficace, il faut que l'acidification soit rapide et qu'en mois de 24 heures, le pH s'abaisse en dessous de 4, ce qui est le cas ici dans le cas d'une fermentation avec notre Starter (fig 1).

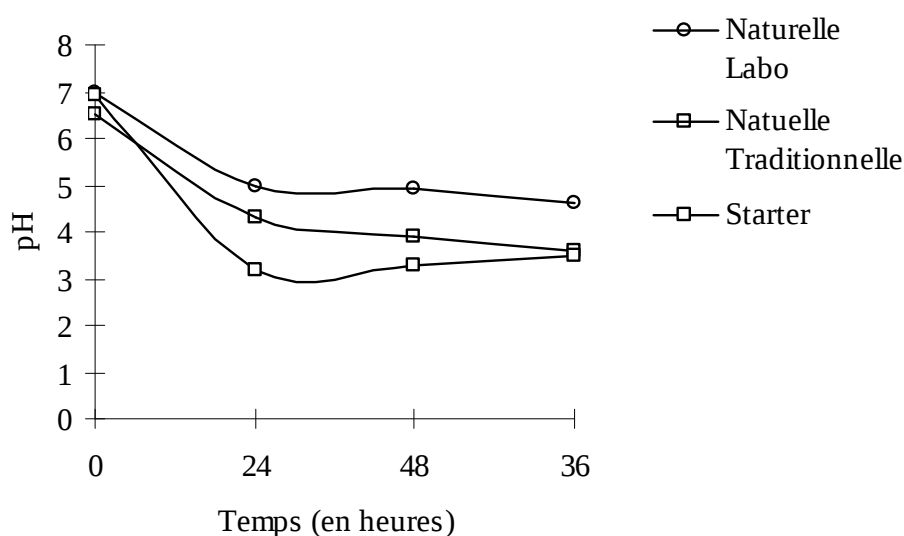


Fig 1: Evolution du pH au cours des différents types de rouissage.

On constate par contre une diminution du pH limitée dans le cas de la fermentation naturelle par la ménagère, ceci pourrait s'expliquer par les conditions dans lesquelles se déroulent la fermentation (température, accessibilité du substrat, effet tampon du milieu) non contrôlée.

3.3 RAMOLISSEMENT

Le ramollissement ici est plus rapide dans le cas du rouissage avec le starter (fig2) comparativement aux rouissages naturels.

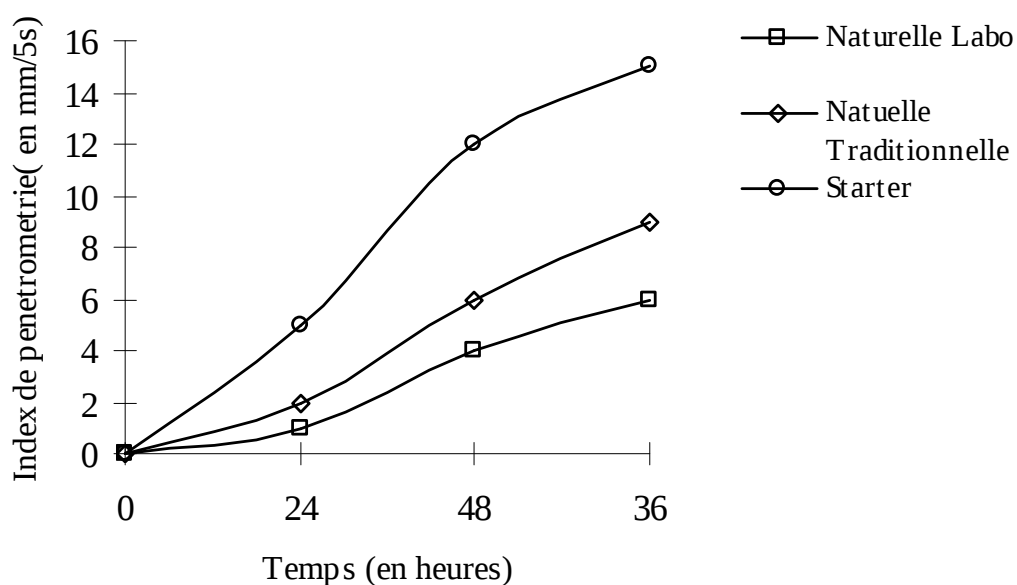


Fig 2 Ramollissement du manioc au cours des différents types de rouissages

Cette accélération du ramollissement pourrait être due à la présence dans le starter des microorganismes capables de produire la pectinéméthylesterase (tableau 1), qui est une enzyme qui contribue à la dégradation des pectines [28], par

ailleurs, constituants majeurs de la paroi cellulaire, et responsables de la rigidité de la pulpe du manioc [29]. Ampe et Brauman., [23] ont indiqué que le ramollissement du manioc ne serait pas seulement le fait du stress physique, mais surtout de l'activité des enzymes pectolytiques, dont la pectinéméthyl esterase et les polygalacturonases.

3.4 LES CYANURES ET LES PROTEINES TOTAUX

Les dosages effectués en fin de fermentation, après 48 heures, nous ont permis de constater que:

Au cours de la fermentation par le starter les glucosides totaux sont réduits de près de $95 \pm 4\%$, comparativement aux rouissages naturels où on observe des taux d'élimination de moins de 50% (fig 3).

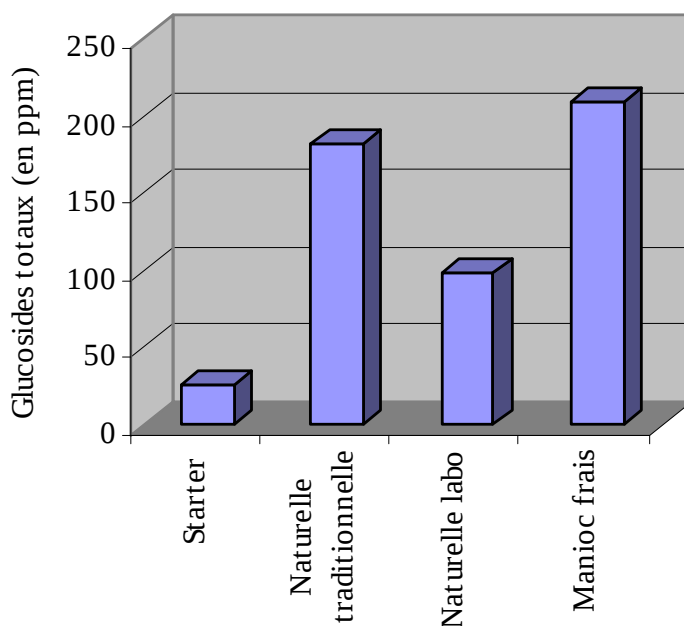


Fig 3: Distribution des Glucosides résiduels totaux après 48 heures de rouissage

Des auteurs ont fait remarquer que la linamarase endogène présente dans les racines de manioc semble suffisante pour assurer l'élimination de la linamarine [23]. Mais certains ont montrés que l'addition de la linamarase exogène pendant la phase de fermentation permet de réduire la quantité de cyanures résiduels [30, 31] et Oxtoby a isolé plusieurs bactéries capables de dégrader la linamarine [32]. La microflore exogène pourrait donc contribuer à améliorer l'élimination des cyanures présents dans le manioc [33]. La forte diminution observée au cours du rouissage avec notre starter, pourrait donc être liée à une activité linamarase exogène (des microorganismes du starter) intense. Giraud *et al.*, [21] comparant l'effet de l'inoculation de la pulpe de manioc par *Lactobacillus plantarum* A6 (amylolytique) et *Lactobacillus plantarum* lacto labo (non amylolytique), ont indiqués que la linamarine disparaissait complètement dans tous les cas, en moins de 5 heures.

3.5 LES PROTÉINES TOTALES

Les protéines totales par contre, sont augmentées de $10 \pm 2\%$ avec le starter alors que l'on n'observe pas de différence entre les taux de protéines dans le manioc frais, comparativement au manioc roui de manière naturelle (fig4). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que nous avons introduit massivement les levures et les moisissures par le biais du Starter, ces champignons étant tous amylolytiques (tableau 1) se seraient immédiatement multipliés et induisant une biomasse importante en fin de fermentation, ceci aurait eu pour corollaire l'augmentation de la valeur protéique du manioc après fermentation avec le Starter, les levures et les champignons par leurs corps protéiques étant une source de protéines de qualité [34, 35, 36]. Cette incrimination de l'augmentation des protéines totales aux Champignons est d'autant plus confortée que l'on observe une biomasse assez importante au cours de la fermentation par le starter avec des taux de $7,5 \cdot 10^7$ cellules /gMS après 48 heures de rouissage seulement (Fig 5).

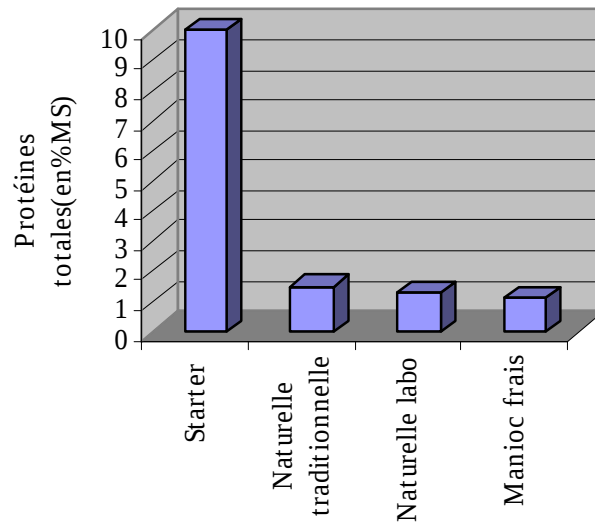


Fig 4: Distribution des protéines totales après 48 heures de rouissage

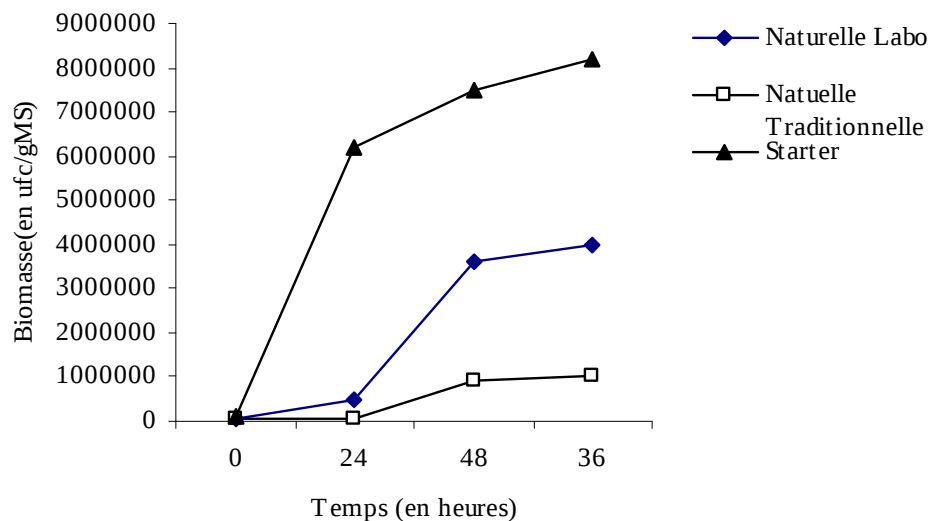


Fig 5: Evolution de la flore fongique totale au cours des différents types de fermentations

3.6 LES PATHOGÈNES

On remarque une nette diminution des coliformes et des clostridiiums au cours du rouissage avec le starter comparativement aux rouissages naturels (Fig 6 et 7). Ceci pourrait s'expliquer par l'activité des bactéries lactiques que nous avons massivement introduit dans le milieu [37, 38]. En effet, ces bactéries en produisant des acides organiques pourraient jouer un rôle déterminant dans l'amélioration de la qualité hygiénique du manioc. L'effet antiseptique des acides lactique et acétique liée à leurs formes dissociées, nous devons le souligner, leur permet d'entrer dans les cellules bactériennes où ils s'ionisent et s'accumulent, provoquant un abaissement interne du pH et le blocage de mécanismes de transport [39].

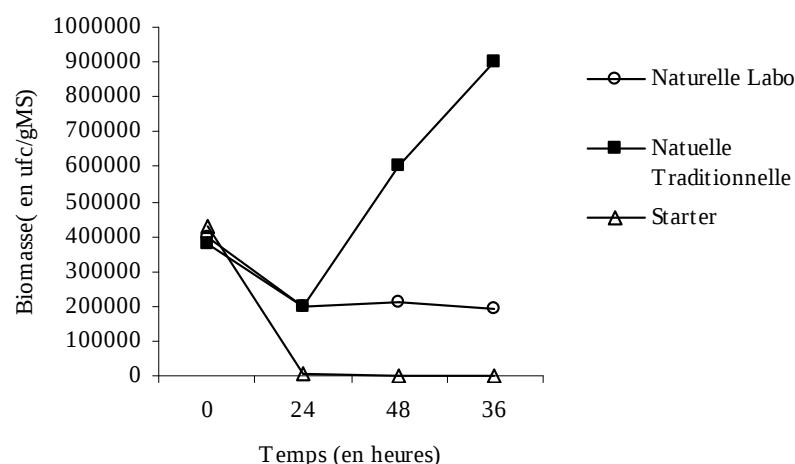


Fig 6: Evolution des entérobactéries totales au cours de différents types de fermentations

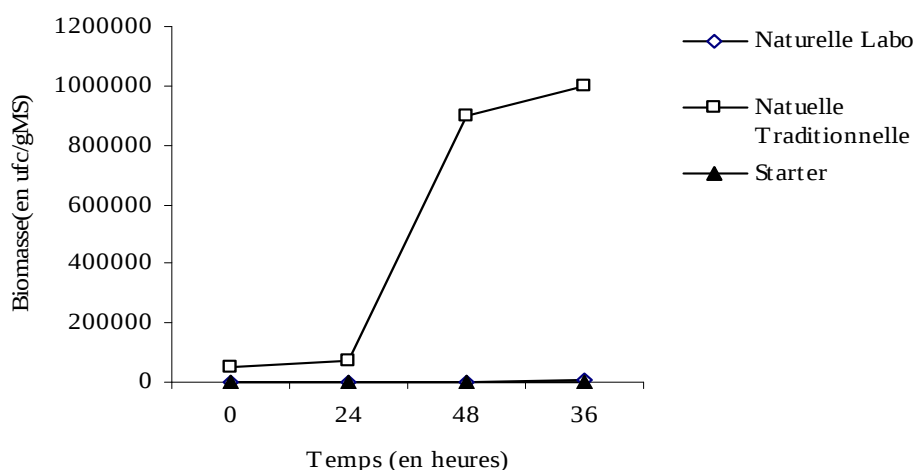


Fig 7 Evolution des Sulfito réducteurs totaux au cours des différents types de fermentations

L'action des bactéries lactiques ici dans l'inhibition des pathogènes est confortée par le fait que la bactérie lactique qui fait partie de notre Starter, comme toutes les bactéries lactiques, ne possède pas de catalase (tableau1). En présence de l'air, leur métabolisme conduit à une accumulation de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), autre antiseptique puissant contre les germes pathogènes intestinaux [40, 41]. Svagbert *et al.* [42, 43,44] ont réalisés des études spécifiques concernant l'effet de la fermentation lactique sur la diminution de *Salmonella typhymurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, et *Shigella dysenteriae*, et les implications sur l'état des populations d'enfants alimentés avec des produits amylacés après fermentation lactique. Ils ont conclu à des effets très positifs de la fermentation lactique sur la diminution des risques de diarrhées chez ces populations infantiles. Enfin, des études ont montré que la bactérie lactique de notre starter est capable de synthétiser des bactériocines (tableau 1). Ces bactériocines, notamment la nisine, seraient actives contre certaines bactéries Gram négatives, parmi lesquelles on rencontre des entérobactéries et germes pathogènes [45, 46, 47, 48].

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ces résultats indiquent que l'on obtient un ramollissement plus rapide, un meilleur rendement de détoxification, un gain en protéines non négligeable, une qualité hygiénique meilleure. Malgré ces premiers essais encourageants, il faudrait penser à réaliser une étude sur la stabilité génétique de la microflore du starter, et l'utiliser sur un mélange de racines de manioc de variétés différentes, comme au cours d'un rouissage traditionnel. Nous pensons aussi rechercher le moyen d'utiliser ce

starter au cours d'une fermentation traditionnelle de manière à ce que la microflore du starter puisse supplanter la microflore naturelle et ainsi s'imposer pendant le rouissage naturel du manioc.

REFERENCES

- [1] J. C., Favier, J.Ireland-Ripert, C. Toque, & M. Feinberg. *Répertoire général des aliments: table de composition= Composition tables*, 1995.
- [2] G Henry. Etudes de marchés et débouchés pour les nouveaux produits dérivés du manioc. *Griffon, Dany; Zakhia, Nadine. Valorisation des produits, sous-produits et déchets de la petite et moyenne industrie de transformation du manioc en Amérique Latine: Rapport scientifique final, Novembre 92-Décembre 95.*, 1996.
- [3] R. D Darman, J. J. E Ngang,., & F. X Etoa., Qualité nutritive, toxicologique et hygiénique de certains produits dérivés du manioc consommés au Cameroun. *Actes du*, 1, pp. 223-227, 2007.
- [4] B. G Soulé., S.Gansari, M.& Gibigaye, Étude sur la commercialisation des produits dérivés du manioc vers les marchés des pays limitrophes (Niger, Nigeria, Togo et Burkina Faso). *Cotonou: PDRT/LARES Bénin pp 74*, 2008
- [5] C. U. Nwajiuba. Socioeconomic impact of cassava postharvest technologies on smallholders in southeastern Nigeria. 1995
- [6] N.Morante, T.Sánchez, Ceballos, H., F.Calle , J. C.Pérez , C.Egesi, & M.Fregene. Tolerance to postharvest physiological deterioration in cassava roots. *Crop Science*, 50 (4), pp. 1333-1338, 2010
- [7] O.B. Oyewole, Cassava Processig In Africa ». In: *Application of Biotechnology to traditionnal fermented foods*. Report of an Ad-Hoc Panel of the Board on Science and Technology for international Development, USA, National Research Council : pp 89-92, 1992
- [8] J. E. Wenham . *Post-harvest deterioration of cassava: A biotechnology perspective* (Vol. 130). Food & Agriculture Org. 1995
- [9] Lacerda, I. C., Miranda, R. L., Borelli, B. M., Nunes, Á. C., Nardi, R., Lachance, M. A., & Rosa, C. A. (2005). Lactic acid bacteria and yeasts associated with spontaneous fermentations during the production of sour cassava starch in Brazil. *International journal of food microbiology*, 105(2), 213-219.
- [10] Giraud, E., Brauman, A., Keleke, S., Lelong, B., & Raimbault, M. (1991). Isolation and physiological study of an amylolytic strain of *Lactobacillus plantarum*. *Applied microbiology and biotechnology*, 36(3), 379-383.
- [11] Anihouvi, V. B., Sakyi-Dawson, E., Ayernor, G. S., & Hounhouigan, J. D. (2007). Microbiological changes in naturally fermented cassava fish (< i> Pseudotolithus</i> sp.) for< i> lanhouin</i> production. *International journal of food microbiology*, 116(2), 287-291.
- [12] Trèche,S., Lagro, O., Tchibinda F., (1995) Vitafor: un atelier pilote de fabrication de farine de sevrage à base de manioc au Congo. In *Transforamtion alimantaire du Maanioc*. Ed Agbor E., Brauman A., Griffon D., Trèche S., Orstom.Paris.
- [13] Roger, D. D., Jean-Justin, E. N., & François-xavier, E. (2007). Nutritive Value, Toxicological and Hygienic Quality of. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(4), 404-408.
- [14] Diallo, Y., Gueye, M. T., Sakho, M., Darboux, P. G., Kane, A., Barthelemy, J. P., & Lognay, G. (2013). Importance nutritionnelle du manioc et perspectives pour l'alimentation de base au Sénégal (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement= Biotechnology, Agronomy, Society and Environment [= BASE]*, 17(4).
- [15] Olukoya D.K. (1995) Screening of local isolate of *Lactoiba cillus* for character useful in African Food fermentations. In *Transforamtion alimantaire du Maanioc*. Ed Agbor E., Brauman A., Griffon D., Trèche S., Orstom.Paris
- [16] Darman, R. D., Etoa, F. X., Ngang, J. J. E., & Mbofung, C. M. F. (2005). Screening des microorganismes à potentialités fermentaires pour le manioc. *Tropicultura* 23(1), 11-18.
- [17] Ampe, F, Brauman, A., Trèche S., Agossou, A.,1994- The fermentation of cassava : optimisation by the experimental research methodology. *J. of the science of Food and Agriculture*, 65 : 355-361.
- [18] Devani, M.B., Shishoo, Shah,S.A. Suhagia B.N., (1989) Spectrophotometric for the microdetermination of nitrogen in Kjedhal digest. *J. Assoc. Offic.Anal. Chem.* Vol 72 (6) 953-956.
- [19] Ikediobi,C.O., Ogundu E., Ukoa,A., 1985-Production of linamarase by *Aspergillus sydowi* and *Fusarium equiseti*. *Process Biochem.*, 20: 99-102
- [20] Butiaux,R., Beerens,H., Taquet,A.,(1974) Manuel de techniques bacteriologiques, 4^{ème} ed. Flammarion, Paris, 70p
- [21] Cereda, M. P., & Mattos, M. C. Y. (1996). Linamarin: the toxic compound of cassava. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 2(1), 06-12.
- [21] Giraud, E., Brauman, A., Kéléké,S., Gosselin L., Raimbault M.,(1995). Contrôle de la fermentation du manioc pour un meilleur gari : Utilisation d'un starter de *Lactobacillus plantarum* à activité linamarase et amylase, In *Transforamtion alimantaire du Maanioc*. Ed Agbor E., Brauman A., Griffon D., Trèche S., Orstom.Paris.

- [22] Kostinek, M., Specht, I., Edward, V. A., Pinto, C., Egounlety, M., Sossa, C., ... & Holzapfel, W. H. (2007). Characterisation and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 114(3), 342-351.
- [23] Ampe, F., & Brauman, A. (1995). Origin of enzymes involved in detoxification and root softening during cassava retting. *World Journal of Microbiology and biotechnology*, 11(2), 178-182.
- [24] Amoa-Awua, W. K. A., Appoh, F. E., & Jakobsen, M. (1996). Lactic acid fermentation of cassava dough into agbelima. *International Journal of Food Microbiology*, 31(1), 87-98..
- [25] Desiye, A., & Abegaz, K. (2013). Isolation, characterization and identification of lactic acid bacteria and yeast involved in fermentation of teff (*Eragrostis tef*) batter. *Adv. Res. Biol. Sci*, 1, 36-44.
- [26] Coulin, P., Farah, Z., Assanvo, J., Spillmann, H., & Puhon, Z. (2006). Characterisation of the microflora of attieke, a fermented cassava product, during traditional small-scale preparation. *International journal of food microbiology*, 106(2), 131-136.
- [27] Raimbault, M. (1995). La culture néolithique des «villages à enceinte» dans la région de Tessalit, au nord-est du Sahara malien.
- [28] Obilie, E. M., Tano-Debrah, K., & Amoa-Awua, W. K. (2003). Microbial modification of the texture of grated cassava during fermentation into akyeke. *International journal of food microbiology*, 89(2), 275-280.
- [29] Keleke, S. (1996). *Le rouissage du manioc: contribution à l'étude du phénomène de ramollissement des racines de manioc* (Doctoral dissertation Paris 12 France).
- [30] Ikédiobi, C.O., Onyia, G.O.C., Eluwa C.E., (1980) A rapid and inexpensive assay for total Cyanid in Cassava (*Mnihat esculenta* Crantz) and cassava Products, *Agr.biol.chem.*, 44, 2803-2809
- [31] Kobawila, S. C., Louembe, D., Keleke, S., Hounhouigan, J., & Gamba, C. (2005). Reduction of the cyanide content during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba mbodi, two food products from Congo. *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 689-696.
- [32] Oxtoby, E., Dunn, M. A., Pancoro, A., & Hughes, M. A. (1991). Nucleotide and derived amino acid sequence of the cyanogenic β -glucosidase (linamarase) from white clover (*Trifolium repens* L.). *Plant molecular biology*, 17(2), 209-219.
- [33] Humblot, E. M. C. (2011). *Vers une évaluation des potentialités probiotique et nutritionnelle des bactéries lactiques constitutives du microbiote d'un aliment fermenté traditionnel à base de mil par une approche moléculaire* (Doctoral dissertation, Université Paris Descartes).
- [34] Yandju, D.L., (1989), L'importance des moisissures dans le ramollissement du manioc en fermentation sèche. Mémoire de D.E.S. Fac.Sc. UNIKIS, Kisangani, Zaïre.
- [35] Tandrianto, J., Mintoko, D. K., & Gunawan, S. (2014). Pengaruh Fermentasi pada Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan menggunakan *Lactobacillus Plantarum* terhadap Kandungan Protein. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), F143-F145.
- [36] Kouhondé, S. H., Adéoti, K., Delvigne, F., Savadogo, A., Traore, A. S., & Thonart, P. (2014). The use of microorganisms of cassava retting for the production of pectinolytic enzymes. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4(3), 277-281.
- [37] Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Silvi, S., Orpianesi, C., Boyko, N., & Cresci, A. (2014). In vitro evaluation of antimicrobial activity of *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502® and SYN BIO® against pathogens. *Journal of applied microbiology*.
- [38] Jiang, Q., Stamatova, I., Kari, K., & Meurman, J. H. (2014). Inhibitory activity in vitro of probiotic lactobacilli against oral *Candida* under different fermentation conditions. *Beneficial microbes*, 1-8.
- [39] Khan, N. H., Kang, T. S., Grahame, D. A., Haakensen, M. C., Ratanapariyanuch, K., Reaney, M. J., ... & Tanaka, T. (2013). Isolation and characterization of novel 1, 3-propanediol-producing *Lactobacillus panis* PM1 from bioethanol thin stillage. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(1), 417-428.
- [40] Daeschel, M. A. (1989). Antimicrobial substances from lactic acid bacteria for use as food preservatives. *Food technology (USA)*.
- [41] Beliard, E., & Thuault, D. (1989). Propriétés antimicrobiennes des bactéries lactiques. *Lavoisier, Paris*, 2, 283-297.
- [42] Svagbert U (1991a)-lactic fermentation of cereal-based weaning gruels and improved nutritional quality, *In traditional African Foods Quality and Nutrition*. IFS ed. 53-60.
- [43] Svagbert U (1991b) the potential role of fermented cereal gruels in reduction of diarrhoea among young children, *In traditional African Foods Quality and Nutrition*. IFS ed. 33-38
- [44] Svagbert U., Svanberg A. (1989) Improved iron availability in weaning foods using germination and fermentation. In Nutrien availability: chemical and biological aspect. Eds. Southgate (D.), Johnson, D., Fenwick, G., Royal society of Cheml., Spetial Pub.N° 72: 179-181
- [45] Nout (M.), Rombout (F.), Hautvast (G.), 1989- Accelerated natural lactic fermentation of infant food formulations. *Food Nutr. Bul.*, 11: 65-73.

- [46] Shaack, M., Marth, E., (1988)-Interaction between lactic acid bacteria and some food pathogens: a review. *Cultured Dairy Products Journal*, 23 :14-20
- [47] Spelhaug, S., Harlander, S. (1989) Inhibition of food borne bacterial pathogens by bacteriocins from *Lactococcus lactis* and *Pediococcus pentosaceus*. *J. Food Protection*, 52:856-862
- [48] Guarner, F., Perdigon, G., Corthier, G., Salminen, S., Koletzko, B., & Morelli, L. (2005). Should yoghurt cultures be considered probiotic?. *British Journal of Nutrition*, 93(06), 783-786.

Consumer Buying Behavior

Manali Khaniwale

University of Bridgeport,
Bridgeport, CT, USA

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 of consumer behavior is very essential in the field of marketing as it helps firms to construct smarter marketing strategies by getting an insight about what affects the decision making of consumers. The purpose of this paper is to analyze the theoretical aspects of consumer buying behavior and the factors that influence it. This paper also reviews the relationship between consumer buying behavior and the factors that influence the consumer's purchasing process and purchase decision.

KEYWORDS: internal and external factors, factors affecting purchase decision,

1 INTRODUCTION

There is a growing literature on the importance of consumer behavior in the field of marketing [1-20]. In today's era of the ever changing business environment, many firms strive hard for their sustenance and their stake in the market. With the growing advancement of technology, the growing globalization, increasing socio-economic involvement of businesses in foreign countries and the rising political interference in corporate world, it is becoming very challenging for organizations to manage and develop their business [6, 21-25]. They come up with several strategies to make optimum utilization of their resources. They also make every effort to minimize their costs and generate maximum revenue. However, organizations cannot accomplish their objectives if they have scrawny 'marketing strategies'. And when it comes to marketing strategies, the customer is always bound to be the 'core'. Customers have a very crucial role in the success of any organization since they are the people who generate revenue for the organization by buying, using and influencing others to buy their products and services. Hence, companies always want to know what makes the customer buy or not to buy their products and services [25, 26]. The perspective of marketing is about creating demand for the organization's products and services and also fulfilling their customer needs – present or future. For this reason, it is imperative that marketing professionals recognize the manner in which the consumers react when they are exposed to 'N' number of available options varying in price, payment mode, and purchasing and delivering method. Consumers do not purchase a product and service only because of its actual utility, but also because of its perceived worth. There are several reasons for why an individual purchases a particular thing, for example; he/she actually needs it, or perhaps he/she just wants to try it out, or he/she buys it just to honor someone who recommended that product [27, 28].

From a point of view of a buyer, now-a-days it has become quite difficult to make a purchase decision as a result of so many available options which are so close in comparisons. It is difficult for consumers to decide on what they should spend their time, efforts, energy and money. There are several factors in the background playing a significant role to take customers to the final decision. On the other hand, it is very difficult for organizations to know on what the customer will spend their time, efforts, energy and money. Therefore, it is very crucial for their marketing team to understand the factors that impact the customers purchasing process and buying decision. [8, 20, 29-33]

This paper highlights the importance of consumer buying behavior in the marketing field and analyzes the theoretical aspects of consumer buying behavior and the factors that influence it. This paper also reviews the relationship between

consumer buying behavior and the factors that influence the consumer's purchasing process and purchase decision. Additionally, it classifies the factors in different categories.

There is abundant attention paid on the 4 P's of marketing – Product, price, place and promotion. And there is sufficient research done on it. However, there is a lack of research pertaining to the relationship between consumer buying behavior and the factors that influence the consumer's purchasing process and purchase decision. This paper will help marketing managers in getting a better understanding about what affects the decision making of consumers, and help them utilize these factors in constructing better marketing strategies.

2 RESEARCH METHOD

Recently combining research methods e.g. [34] p. 112 became increasingly important in particular when pursuing the goal of gaining “rich theoretical insights [35] p. 613.” One form for “developing new theoretical insights” [36] p. 506 is the review centric research approach in which a researcher reviews “existing theory and research” [36] p. 506, but the argument can be made that we also can include case study research findings that are based on the real world observation of practitioners and organizations e.g. [37], [35]. In the research presented here the focus is on combining the most important “previously established studies and concepts” that I have identified in the academic literature based on which I provide a synthesis that “advances our understanding” [36] p. 507”. In this study I identify the most important success factors that help in the current business or organizational situation to build our goal to accomplish a competitive advantage. My research approach incorporates the “interpretive paradigm” in which a rich description of each factor in our current organization context is established [35] p. 615.

3 FACTORS INFLUENCING CONSUMER BUYING BEHAVIOR

RELATIONSHIP BETWEEN CONSUMER BUYING BEHAVIOR AND CULTURAL, SOCIAL, PERSONAL AND PSYCHOLOGICAL FACTORS:

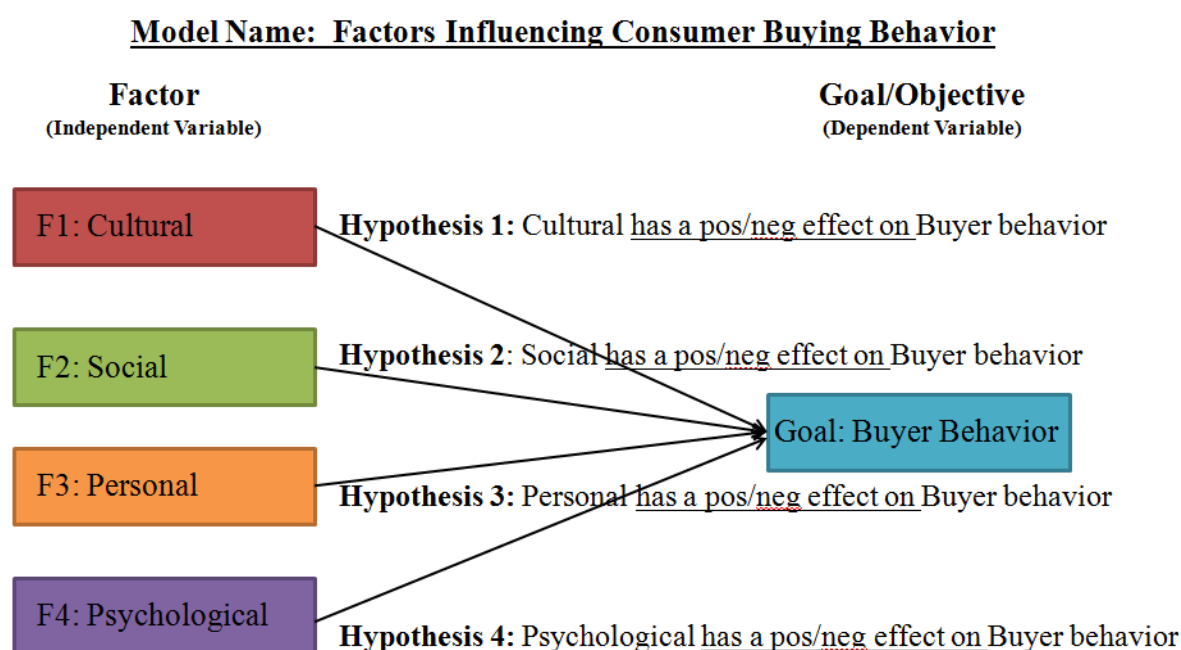


Fig. 1. The relationship between consumer buying behavior and the factors influencing it.

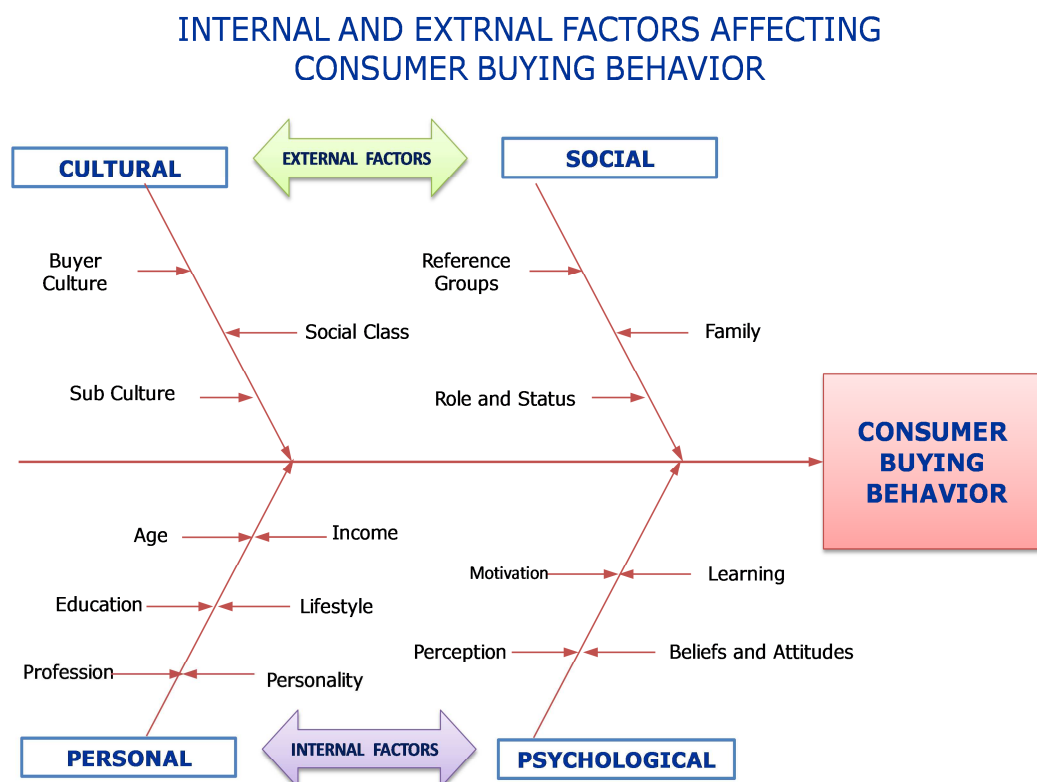


Fig. 2. Fish bone diagram, presenting the important internal and external factors affecting consumer buying behavior

The main objective of this research was to develop and review a conceptual model that depicts the relationship between buying behavior and four factors: culture, society, personal and psychological. The model presented in Figure 3 clearly identifies and classifies (internal and external) the important factors affecting the consumer buyer behavior. In addition it depicts the relationship between buying behavior and main four factors: culture, society, personal and psychological.

4 EXPLANATION AND DISCUSSION

There is much to discuss as far as the roles that these specific factors play in determining the consumer's behavior. In marketing, the functions of consumer buying behavior, and the factors influencing it are correlated. For this reason, the outcome of purchasing process may depend on various factors. This model focuses on understanding the consumer's buyer behavior and the relationship between consumer's buyer behavior and the impacting factors. Firstly, it is important to understand the meaning of consumer behavior and secondly, it is important to understand the impacting factors and their meaning. A complete explanation of these factors and their sub factors is presented below.

4.1 CONSUMER BUYING BEHAVIOR

Consumer behavior involves the study of individuals and the method they employ to choose, utilize, and set out products and services to fulfill their wants and the effect that these method have on the consumer and the society as a whole. Consumer behavior refers to all the thought, feelings and actions that an individual has or takes before or while buying any product, service or idea. Buyer behavior is the concept which answers what, why, how, when, and where an individual makes purchase. As a result, the outcome of buyer behavior is the buyer's decision.

The entire purchasing process involves giving a thought on what should be bought, which brand is good or suitable, from where or whom should the purchase be made, when to purchase, how much to spent, and how many time to buy and in what intervals. Consequently the end result of the buyer behavior is the customer's final decision regarding the product choice, brand choice, dealer choice, purchase timing, purchase amount and purchase frequency. Consumer buying behavior

“is a confluence of at least three streams of social science, i.e., individual psychology, social psychology and cultural anthropology [38] p. 2.”

4.2 FACTORS INFLUENCING CONSUMER BUYING BEHAVIOR

There are several factors in the background which make a consumer behave in a certain manner. The factors that come in picture while finding the answers to the what to buy, where to buy, why to buy, when to buy how to buy, to buy or not to buy questions are the ones which influence the buyer behavior. These factors knowingly or unknowingly influence the consumer; they may be in or beyond control of the buyer.

These factors can be classified into External (Cultural and Social) and Internal (Personal and Psychological) factors.

5 EXTERNAL FACTORS

5.1 CULTURAL FACTORS

Culture deeply impacts the buying behavior of an individual and thus marketing professionals should focus on segmenting their markets based on the cultural needs and wants of consumers. “Culture represents the mix of norms, financial and moral values, convictions, attitudes and habits developed in time by mankind, which the members of the society share and which highly determine their behavior, including the purchase and consumption behavior [39] p. 2.” “The concept of culture has two primary implications for marketing: it determines the most basic values that influence consumer behavior patterns, and it can be used to distinguish subcultures that represent substantial market segments and opportunities [1] p. 4.” Furthermore, “an individual's consumption behavior may be viewed and imitated or rejected by others. It can then become the group's norm of behavior and be identified as part of the culture of a given population [40] p. 2.” “The process of absorbing a culture is called socialization. It continues throughout one's life and produces many specific preferences for products and services, shopping patterns, and interactions with others. Applied to marketing and consumer behavior, it is referred to as consumer socialization [1] p. 2.” For example, “the advertisement which motivates a British or American housewife or teenager to buy a cosmetic or a pair of jeans (to take a concrete example) may not suit the socio cultural background of an Indian target for the same product. [38] p. 5.” Cultural Factors include Buyer Cultural, Subculture and Social Class.

1) Buyer Cultural

Culture refers to the entire way of life of a group of people from a particular society, place or time. Culture encompasses every aspect of life including the thoughts, behavior, practices, technology, rituals, norms, language, beliefs, ethics, lifestyle, institution, and art of any given group of individuals. Therefore, individuals differing in cultural background may have different views about a particular product or service. They may have preference for goods and services which suite their culture.

For example, wearing western outfit on festivals is not accepted in Indian culture.

2) Subculture

Every culture consists of several varied subcultures such as, nationalities, geographic regions, racial groups, religions etc. Subculture can be referred as the group of people who have common experiences and situations.

3) Social Class

Every culture has some forms of division based factors like on income, profession, and education. These divisions can be referred to as social classes; people from the same social class generally have common interests and behavior.

5.2 SOCIAL FACTORS

“Social factors also impact the buying behavior of consumers. The important social factors are: reference groups, family, role and status [26] p. 2.” “Social criteria concern the impact that the purchase makes on the persons perceived relationships with other people, and the influence of social norms on the person [1] p. 2.” “The importance attached to children, to education, to health, to husband's status, the type of house in which one lives and display off consumer durables and other status symbols are indeed all very relevant to buyer behavior of the housewife [38] p. 5.” Therefore, studying the social factors will improve the marketing effectiveness of firms.

1) Reference Groups

Individuals are knowingly or unknowingly a part of some groups.

For example – female students studying at a particular university are a part of the female student group in that university.

The group to one belongs are known as membership group, and the group to which one compares against to evaluate self's of the group's achievements, behavior or attitudes, is called as reference group.

2) Family

Preferences or opinion of family members have great influence on individual or the family's purchases. "The habits in terms of consumption are influenced--to a higher or lower extent--by the family, in relation to its functions--traditional or modern, with a less significant role, as a consequence of involving other social groups and institutions [39] p. 3."

3) Role and Status

The role individuals perform and the status they have in the group determine their position in the group. Thus, they are tending to select and use goods that suite their position.

6 INTERNAL FACTORS

6.1 PERSONAL FACTORS

Buyer's purchasing process is influenced by his/her personal factors, and these personal factors are unique for every individual. "The decisions of a buyer/consumer are also influenced by personal characteristics, especially by age and the stage of the life cycle that the consumer crosses, sex, occupation, financial status, lifestyle, personality and opinion of self [39] p. 3." "Demographic factors play an important role in the consumer purchase process. Income, age, occupation, and a myriad of other demographics can influence decision making at every step in the process [1] p. 5." For example, "in the family, women are those who influence the consumption decision especially for children and old people [39] p. 4."

1) Age

Obviously the individual's needs depend on his age. Wants and preferences change as the person's age change. At every stage in a human's life the needs and desires are different.

For example - A 70yrs diabetic patient will not regularly buy high calories and high sugar chocolates, whereas a 10 year old boy would like to buy chocolates very often.

2) Education

The educational level or educational field also determines the behavior of the consumers. Generally, an educated person tends to make wise decisions as compared to an uneducated person. It is because they differ in the ability of collecting, processing and analyzing information.

Educational field also has an impact on the buying behavior of the consumers. For example, doctors may incline more towards healthy food as they are aware about the advantageous of it.

3) Profession

The occupation of an individual impacts his buying decision. Individuals select items which suite their profession and/or are required for them in their professional life.

For example, a project manager may purchase more issues of the 'PM Network' magazine as compared to general public.

4) Income

Obviously, everyone thinks about their income and expenditure before spending. Therefore, the economic condition of individuals influence what price range product they buy. Consumers always hunt for economic deals; however, if the economic condition of the buyer is very good he/she may buy premium products.

5) Personality

Personality is not just the appearance of a person but personality is also that characteristic of individuals which determine how they behave in situations and interact with others. A person's personality impacts his/ her buying behavior, the incline

towards products which suite their personality. However, it is difficult to identify the association between the individual personality and the pattern of exhibited behavior.

6) Lifestyle

Lifestyle is the way one lives and connects with others. "Lifestyle describes a person's pattern of living as expressed in activities, interests, and opinions. Lifestyle traits are more concrete than personality traits and more directly linked to the acquisition, use, and disposition of goods and services [1] p. 4."

6.2 PSYCHOLOGICAL FACTORS

Individual's perception, motivation, learning, beliefs and attitudes are the main psychological factors that affect the consumer buying behavior. The value of a product or service for any individual depends on how he perceives it, what attitude he/she has toward it, what he believes about it and what motivates his purchase. "When analyzing the process by which consumers make purchase decisions, marketers should understand such psychological factors as motivation, perception, learning, personality, and attitudes because they help explain the why of consumer behavior [1] p. 5." "Consumers' skills and knowledge are connected to learning and predestinate changes of behavior. Therefore to cause changes of consumer behavior concerning the concrete product, it is necessary to give the adequate information. Knowledge and positive or negative feelings influence humans' perception and consequently decision making and behavior [41] p. 2."

1) Perception

It is the process by which one finds, analyzes, and concludes the inner and outer information for its exploitation. Two individuals exposed to exactly same marketing communication may have different perception of the same product. "At the same time, elders prefer hospitalization rather than ambulatory treatment as a consequence of the perception that they are better cared after in the hospital, while younger people prefer ambulatory treatment and investigations [39] p. 3."

2) Motivation

There are several reasons behind why an individual purchases anything. He may have several justified grounds on the basis of which he/she decides to go for a buy decision. These reasons may be referred as motives. "Motive means the inner driving force that orients human/consumers' activities towards meeting the needs or achievement of the definite aim. In every decision-making process several motives plays role, not only one [41] p. 2."

3) Learning

Individuals learn from their past experience, current observations and interaction with others. Then they make use of their learning while making any buying decisions. They collect information from several sources and utilize it while making any decision.

4) Beliefs and Attitudes

Beliefs are the feelings and thoughts that one strongly believes to be true about something.

Attitudes are the individual positive or negative evaluations regarding something.

Purchasers tend to have certain beliefs and attitudes towards different products. These beliefs and attitudes form the brand image of the product and thus impact the final decision of the purchaser. That is why marketers are concerned about the beliefs and attitudes the customers have about the product, service or idea. Marketers attempt to alter the beliefs and attitudes of consumers by aggressive marketing campaigns.

7 CONTRIBUTION AND NEW INSIGHT

Consumer behavior refers to all the thought, feelings and actions that an individual has or takes before or while buying any product, service or idea. Buyer behavior is the concept which answers what, why, how, when, and where an individual makes purchase. This research has sufficient evidence to prove that the consumer's buyer behavior is significantly influenced by the consumer's internal and external factors. The main factors that have immense impact on the buying process and final decision of consumers are cultural, social, personal, and physiological [29, 40] [26].

The Cultural background of the consumer plays a key role in the decision making of consumers. People from different culture have different opinions about the same product; as a result, marketers should focus on segmenting their markets based on the cultural needs and wants of consumers [40, 42-44]. It is very imperative that organizations understand the importance of culture in the buyer's life. They should try to understand aspects of every culture that they wish to target.

Additionally, the social factors also have considerable impact on the buyer behavior as every individual is concerned about how other people from his/her society see him/her. His/her status in the society and people's views about him/her matter a lot to him/her. And therefore, the social factors also impact the way the act and behave, leading to an impact on their purchasing decisions [5] [3]. It is vital that marketing professionals study the personal factors and figure out suitable marketing plans. Subsequently it is vital that organizations examine such social factors that influence the buyer's behavior to implement effective marketing strategies.

Moreover, the personal factors are unique to every individual; they drive the behavior of individuals. The personal characteristics of individuals have significant impact on what their needs are, what they select, what they like and consider being valuable [4, 45]. Consequently, these personal factors govern their purchase behavior [7]. It is very necessary that marketing professionals study the personal factors and figure out suitable marketing plans.

Furthermore, the psychology of human beings is the partial ruler of their behavior and personality. The psychological factors have substantial impact on the buyer behavior. The purchase decision is the reflection of an individual's inner feelings and thoughts [14, 46]. The study of psychological affecting consumer buying behavior will help marketers to launch smarter marketing plans.

These main external and internal factors have several sub factors which influence the buyer behavior. The chief sub factors identified from this research are Buyer Cultural, Subculture, Social Class, Reference Groups, Family, Role and Status, Age, Education, Profession, Income, Personality, Lifestyle, Perception, Motivation, Learning, and Beliefs and Attitudes [1, 26, 39, 41]. This research suggests that it is apparent that marketers should evaluate the factors that influence the 'to buy or not to buy decision' of the consumers. Consumers are influenced by the internal and external factors knowingly or unknowingly. For this reason, even after identifying all the impacting factors, the consumer's behavior is very complex to predict. Furthermore, it is very complicated to know the degree to which a specific factor influences the decision making of consumers. As a consequence, it ends up being very difficult to predict the exact behavior even after taking into consideration all the factors. Hence, I advocate that marketers should undergo a detail analysis of all these factors for specific target customer, for a specific product or service, and in a particular environment, while implementing marketing strategies. Certainly, deeply understanding the factors will lend a hand in developing better marketing strategies to create demand and increase the sales of the organization's products and services. It will also aid in forecasting the future demand of the product.

The most important contribution of this research towards the marketing literature is that, the buying behavior should not be studied and considered only while selling the products; rather, it should be taken into consideration in the very initial stage. My recommendation is that organizations should identify and consider the factors that affect the buying behavior while developing new products. There is a lot of cost, time and efforts involved in developing and rolling out a new product; unfortunately, a number of new products do not succeed when they are launched in the market. If organizations include the buyer behavior study in their new product development stage, they will be able to develop a product that might have a higher probability of success.

8 CONCLUSION

The study of consumer behavior is very important in the marketing field as it forms the basis of marketing strategies. The study of consumer buying behavior facilitates to comprehend the concern such as what the buyers think, what their feelings are, what the reasons behind their decision are, and how they pick among several options. The external and internal factors have significant influence on consumer's behavior which impacts their purchasing process and decision. Having an insight into these factors enables marketers to better know and predict not only the demand of their product or service, but also the purchasing motives and purchasing frequency of the product or service. More importantly, if these factors are considered whilst developing new products, it will support in developing products with higher probability of success. However, consumer behavior is very difficult to predict; therefore, further study is suggested to closely understand the degree to which these factors impact the consumer's buying behavior, as getting an insight into this will help organizations to create more suitable products and marketing professionals to build more effective marketing strategies.

REFERENCES

- [1] Andersone, I. and E. Gaile-Sarkane. Influence of factors on consumer behavior. in Proceeding of the 5th International Scientific Conference Business and Management. 2008.
- [2] Armstrong, C.M., et al., Sustainable product-service systems for clothing: exploring consumer perceptions of consumption alternatives in Finland. *Journal of Cleaner Production*, (0).

- [3] Carrington, M.J., B.A. Neville, and G.J. Whitwell, Why Ethical Consumers Don't Walk Their Talk: Towards a Framework for Understanding the Gap Between the Ethical Purchase Intentions and Actual Buying Behaviour of Ethically Minded Consumers. *Journal of Business Ethics*, 2010. 97(1): p. 139-158.
- [4] Charles, W.R., "Consumer Demographics as Antecedents in the Animosity Model of Foreign Product Purchase". *International Journal of Business and Social Science*, 2012. 3(4).
- [5] Chiou, J.-S. and L.-Y. Pan, The Impact of Social Darwinism Perception, Status Anxiety, Perceived Trust of People, and Cultural Orientation on Consumer Ethical Beliefs. *Journal of Business Ethics*, 2008. 78(4): p. 487-502.
- [6] Farley, J.U. and L.W. Ring, "Empirical" Specification of a Buyer Behavior Model. *Journal of Marketing Research*, 1974. 11(1): p. 89-96.
- [7] Fischer, E. and S.J. Arnold, Sex, gender identity, gender role attitudes, and consumer behavior. *Psychology and Marketing*, 1994. 11(2): p. 163-182.
- [8] Grier, S.A. and R. Deshpandé, Social Dimensions of Consumer Distinctiveness: The Influence of Social Status on Group Identity and Advertising Persuasion. *Journal of Marketing Research*, 2001. 38(2): p. 216-224.
- [9] Hoffman, K.D. and L.W. Turley, ATMOSPHERICS, SERVICE ENCOUNTERS AND CONSUMER DECISION MAKING: AN INTEGRATIVE PERSPECTIVE. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 2002. 10(3): p. 33-47.
- [10] Thompson, G.D., Consumer Demand for Organic Foods: What We Know and What We Need to Know. *American Journal of Agricultural Economics*, 1998. 80(5): p. 1113-1118.
- [11] Wang, P., Q. Liu, and Y. Qi, Factors influencing sustainable consumption behaviors: a survey of the rural residents in China. *Journal of Cleaner Production*, 2014. 63(0): p. 152-165.
- [12] Sheth, J.N., A Review of Buyer Behavior. *Management Science*, 1967. 13(12): p. B718-B756.
- [13] Sheth, J.N., A Model of Industrial Buyer Behavior. *Journal of Marketing*, 1973. 37(4): p. 50-56.
- [14] Vinson, D.E., J.E. Scott, and L.M. Lamont, The Role of Personal Values in Marketing and Consumer Behavior. *Journal of Marketing*, 1977. 41(2): p. 44-50.
- [15] Uncles, M., A. Ehrenberg, and K. Hammond, Patterns of Buyer Behavior: Regularities, Models, and Extensions. *Marketing Science*, 1995. 14(3): p. G71-G78.
- [16] Rao, T.R., Consumer's Purchase Decision Process: Stochastic Models. *Journal of Marketing Research*, 1969. 6(3): p. 321-329.
- [17] Moutinho, L., Consumer behaviour in tourism. *European journal of marketing*, 1987. 21(10): p. 5-44.
- [18] Potter, R.B., Effects of age and family size on consumer behaviour and perception. *Perceptual and Motor Skills*, 1977. 45(3): p. 842-842.
- [19] Milliman, R.E., The Influence of Background Music on the Behavior of Restaurant Patrons. *Journal of Consumer research*, 1986. 13(2): p. 286-289.
- [20] Jang, S., A. Prasad, and B.T. Ratchford, How consumers use product reviews in the purchase decision process. *Marketing Letters*, 2012. 23(3): p. 825-838.
- [21] Aaker, D.A., Using Buyer Behavior Models to Improve Marketing Decisions. *Journal of Marketing*, 1970. 34(3): p. 52-57.
- [22] Belk, R.W., An Exploratory Assessment of Situational Effects in Buyer Behavior. *Journal of Marketing Research*, 1974. 11(2): p. 156-163.
- [23] Bianchi, C. and L. Andrews, Risk, trust, and consumer online purchasing behaviour: a Chilean perspective. *International Marketing Review*, 2012. 29(3): p. 253-275.
- [24] Cardozo, R.N. and J.W. Cagley, Experimental Study of Industrial Buyer Behavior. *Journal of Marketing Research*, 1971. 8(3): p. 329-334.
- [25] Clopton, S.W., Seller and Buying Firm Factors Affecting Industrial Buyers' Negotiation Behavior and Outcomes. *Journal of Marketing Research*, 1984. 21(1): p. 39-53.
- [26] GAJJAR, D.N.B., Factors Affecting Consumer Behavior. *International Journal of Research in Humanities and Social Sciences*, 2013. 1(2).
- [27] Essoo, N. and S. Dibb, Religious influences on shopping behaviour: an exploratory study. *Journal of Marketing Management*, 2004. 20(7-8): p. 683-712.
- [28] Garbarino, E. and M. Strahilevitz, Gender differences in the perceived risk of buying online and the effects of receiving a site recommendation. *Journal of Business Research*, 2004. 57(7): p. 768-775.
- [29] Howard, J.A., Buyer Behavior and Related Technological Advances. *Journal of Marketing*, 1970. 34(1): p. 18-21.
- [30] Putsis, W.P., Jr. and N. Srinivasan, So, How Long Have You Been in the Market? The Effect of the Timing of Observation on Purchase. *Managerial and Decision Economics*, 1995. 16(2): p. 95-110.
- [31] Solomon, M.R., R. Polegato, and J.L. Zaichowsky, Consumer behavior: buying, having, and being. Vol. 6. 2009: Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- [32] Steinhart, Y., O. Ayalon, and H. Puterman, The effect of an environmental claim on consumers' perceptions about luxury and utilitarian products. *Journal of Cleaner Production*, 2013. 53(0): p. 277-286.

- [33] Westbrook, R.A., J.W. Newman, and J.R. Taylor, Satisfaction/Dissatisfaction in the Purchase Decision Process. *Journal of Marketing*, 1978. 42(4): p. 54-60.
- [34] Gable, G.G., Integrating Case Study and Survey Research Methods: An Example in Information Systems. *European Journal of Information Systems*, 1994. 3(2): p. 112-126.
- [35] Dyer, G.W.J. and A.L. Wilkins, Better stories, not better constructs, to generate better theory: A rejoinder to Eisenhardt. *Academy of Management Review*, 1991. 16(3): p. 613-619.
- [36] LePine, J.A. and A. Wilcox-King, Developing novel theoretical insight from reviews of existing theory and research. *Academy of Management Review*, 2010. 35(4): p. 506-509.
- [37] Eisenhardt, K.M., Building Theories from case study research. *Academy of Management Review*, 1989. 14(4): p. 532-550.
- [38] Ramachander, S., Consumer Behaviour and Marketing: Towards an Indian Approach? *Economic and Political Weekly*, 1988. 23(9): p. M22-M25.
- [39] Radulescu, V., I. Cetina, and G. Orzan, Key factors that influence behavior of health care consumer, the basis of health care strategies. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*, 2012. 4(2): p. 992+.
- [40] Luna, D. and S.F. Gupta, An integrative framework for cross-cultural consumer behavior. *International Marketing Review*, 2001. 18(1): p. 45-69.
- [41] Stávková, J., L. Stejskal, and Z. Toufarová, Factors influencing consumer behaviour. *ZEMEDELSKA EKONOMIKA-PRAHA*, 2008. 54(6): p. 276.
- [42] Henry, W.A., Cultural Values Do Correlate with Consumer Behavior. *Journal of Marketing Research*, 1976. 13(2): p. 121-127.
- [43] Kacen, J.J. and J.A. Lee, The influence of culture on consumer impulsive buying behavior. *Journal of consumer psychology*, 2002. 12(2): p. 163-176.
- [44] Knight, G.A. and R.J. Calantone, A flexible model of consumer country-of-origin perceptions A cross-cultural investigation. *International Marketing Review*, 2000. 17(2): p. 127-145.
- [45] Bearden, W.O., R.G. Netemeyer, and J.E. Teel, Measurement of consumer susceptibility to interpersonal influence. *Journal of Consumer research*, 1989: p. 473-481.
- [46] McGuire, W.J., Some internal psychological factors influencing consumer choice. *Journal of Consumer research*, 1976: p. 302-319.

Correlation of Learners' Brain Dominance and Mathematics Performance: An Investigation in Educational Setting

Dr. Flordeliza P. Ferrer

Pamantasan ng Lungsod ng Maynila
(University of the City of Manila),
Intramuros, Manila, Philippines

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: While a lot of studies in the past proved the relation of personality type to brain dominance, studies now tend to disprove the association of such variables. With this trend in research, the researcher was challenged to conduct an investigation in educational setting, taking into consideration the correlation of learners' brain dominance and mathematics performance. The brain dominance characterized by Left Right Brain Dominance Test and grades in Algebra and Trigonometry were elicited from the sample student-respondents. The coefficient of variations and coefficient of correlations were computed to scientifically examine the extent of correlation of the chosen variables. Findings disclosed that there were a smaller number of left-brain dominant learners with a smaller variation in the mathematics performance. Moreover, there were no significant correlations found between the learners' brain dominance and their performance in mathematics. The non-significance in correlation may be explained by the insights yielded from previous researches that (1) learners do have different personalities and have unique strengths and weaknesses in how they process information; and (2) personalities and abilities of learners are not determined by favoring one hemisphere over the other, but both hemispheres are used by learners in thinking processes. The opposing opinions revealed by several researchers can be taken positively as a challenge in the educational environment, specifically for learners and teachers.

KEYWORDS: brain dominance, left-brain learner, right-brain learner, mathematics performance.

1 BACKGROUND

In 1981, a psycho biologist, Roger Sperry who won the Nobel Prize in Physiology or Medicine, discovered that the human brain is actually made up of two parts. He found out that both the left and right parts of the human brain have specialized functions and that the two sides can operate independently. The left hemisphere, according to Sperry, is dominant over analytical and verbal tasks, while the right hemisphere handles spatial, visual, and emotional tasks [1].

In 2013, it was reported that neuroscientists lead by Jeff Anderson of the University of Utah conducted a research and asserted that there is no evidence within brain imaging that indicates some people are right-brained or left-brained. These neuroscientists concluded that people do not tend to have a stronger left-sided or right-sided brain network, connections went across the hemispheres, according to them, with no one side dominant in an individual [2].

While a lot of studies in the past proved the relation of personality type to brain dominance, studies now tend to disprove the association of such variables. With this trend in research, the researcher was challenged to conduct an investigation in educational setting, taking into consideration the correlation of learners' brain dominance and mathematics performance

2 MATERIAL AND METHODS

The researcher conducted her study during the second semester of the academic year 2014-2015. Seventy (70) freshmen engineering students of the Pamantasan ng Lungsod ng Maynila (University of the City of Manila) majoring in the fields of civil engineering and mechanical engineering were chosen as sample. PLM is a chartered university created by the Congress of the Philippines in 1965, now with twelve (12) colleges, two (2) professional schools, and seven (7) graduate schools.

The brain dominance of sample students were characterized using the Left Right Brain Dominance Test created by EduNova: Innovations from Leading Education Experts. People behind this expressed that most individuals have distinct preference for either the left or the right brain thinking and that ideally, they said, individuals should use both sides of their brain to unlock their true potential. These experts explained that in order to become whole brained, an individual needs to first know his preference. Taking the said test, according to them, one may be able to find out if he is inherently right brain or left brain dominant [3].

The students' grades in Algebra and Trigonometry were also elicited from the student-respondents. Algebra and Trigonometry are the mathematical foundation subjects of the first year engineering students prior to their advancement to calculus subjects. The coefficient of variations and coefficient of correlations were computed to scientifically examine the extent of correlation of the chosen variables.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 THE LEARNERS' BRAIN DOMINANCE

Table 1 shows the frequency distribution of the left-brain dominant (LBD) and right-brain dominant (RBD) learners out of the seventy sample student-respondents.

Table 1. Frequency Distribution of Left-Brain Dominant and Right-Brain Dominant Learners

Learner Type	Number	Percent
LBD Learner	32	46 %
RBD Learner	38	54 %
All Learners	70	100 %

3.1.1 THE LEFT-BRAIN LEARNERS

Thirty-two out of seventy learners (46 percent) are left-brain dominant (Table 1). Herrmann explained that the two left side structures of the brain: left cerebral hemisphere (analytical) and left limbic system (sequential) were combined to represent the so called left brain thinking, characterized by logical, analytical, sequential and rational thinking [4]. Sperry, Hubel and Wiesel classified the LBD learners as having left hemisphere dominant in all activities involving language, arithmetic, and analysis [5].

Left-brain learners as Enomoto characterized are those that best absorb material by listening to lectures in which the material is logical and with a set of defining rules. Enomoto further described LBD learners as those that take neat notes; keep a well-organized binder; consider timed tests not overly challenging; read directions carefully and thoroughly; follow sequential reasoning; and seek definitive final answers and closure [6].

These learners' left hemispheres according to Allon are better at recognizing sequences of words and letters; control the logic, reasoning, and analytical thought processes; can focus on details; but with difficulty comprehending the whole picture [7]. Moreover, Scull described that their left hemispheres focus attention, isolate, fix, and make explicit certain features, giving learners the power to learn and to make things [8]. Melina characterized such left hemispheres of LBD learners as in charge of carrying out logic and exact mathematical computations [9].

3.1.2 THE RIGHT-BRAIN LEARNERS

Thirty-eight out of seventy learners (54 percent) are right-brain dominant (Table 1). Herrmann explained that the two right side structures of the brain: right limbic system (interpersonal) and right cerebral hemisphere (imaginative) were combined to represent the so called right brain thinking, characterized by global perception, intuition, synthesis and emotional expression [4]. Allon classified the RBD learners as those whose right hemispheres are more specialized for the

analysis of space and geometrical shapes and forms. Allon further illustrated their right hemisphere as creative half that can see the whole out of parts, thus allowing the learners, as he said, to connect puzzle parts together [7].

The RBD thinkers according to Enomoto are persons that scan directions, rather than listen to or thoroughly read directions; visualize a picture to help them remember facts; tend to be day dreamers who lose track of time; thrive on hands-on learning; but struggles on sitting, listening and taking notes [6]. The right hemisphere of these learners, according to Scull, grasp things as whole; exhibit a broad perspective; capable of taking the perspective of the other; and allow empathy and social side of human beings to flourish [8].

Sperry, Hubel and Wiesel disclosed in their study that the right hemisphere was nonverbal, nonmathematical and nonsequential in nature; largely spatial and imagistic [5]. Melina said that the right hemisphere of RBD learners performs some mathematics, but only for rough estimations and comparisons [9].

3.2 THE COEFFICIENT OF VARIATION OF THE LEFT-BRAIN DOMINANT AND RIGHT-BRAIN DOMINANT LEARNERS IN ALGEBRA AND TRIGONOMETRY

To assess the relative variability of the learners' performance in mathematics, the coefficient of variation was computed. The coefficient of variation of RBD learners in Algebra (0.1951) and Trigonometry (0.1712) are observed to be consistently higher than the LBD learners (0.1691 and 0.1615, respectively). This indicates that the mathematics performance of the RBD learners are more likely to be varied compared to the LBD learners (Table 2).

Table 2. Coefficient of Variation of the LBD and RBD Learners in Algebra and Trigonometry

Learner Type	Algebra	Trigonometry
LBD Learner	0.1691	0.1615
RBD Learner	0.1951	0.1712
All Learners	0.1824	0.1657

It may be recalled from the earlier discussions that LBD learners are generally characterized by being logical, analytical, sequential and rational. Considering that the sample students in this study are engineering students, there may be reasons to expect a larger number of LBD learners and a smaller variation in the performance of such group in mathematics.

However, Tables 1 and 2 disclose that there were a smaller number of LBD learners and, as expected, there was a smaller variation in the performance of this group in mathematics. There are several possible reasons why a smaller number of LBD learners turned out after taking the Left Right Brain Dominance Test. Reasons are supported by the research findings in science that people are not exclusively right-brain thinkers or left-brain thinkers. It may also be recalled as mentioned earlier that EduNova even expressed that ideally everyone should use both sides of their brain to unlock their true potential.

There was a claim on a social network metaphor as revealed by Molfese and Segalowitz that the brain is a unified and differentiated community of neuronal subprocessors where tasks compete for functional brain space and the asymmetrically activated hemispheres share their resources. The capacity limits, according to them, are not acknowledged and interference between tasks occurs both within and between hemispheres when tasks encroach on the same conceptual space [10]. Hampson defined the hemispheric specialization as one side of the brain more adept than the other and does not necessarily mean that the other side cannot perform a function at all or is not routinely involved in a particular activity [11].

Chiron and other members of the research team described that the brain functions localized initially on the right, but later on the left hemisphere (i.e. visuospatial and later language abilities) [12]. Enomoto disclosed that people are not exclusively right-brain thinkers or left-brain thinkers. Even if learners are left-brain dominant, they should not be excluded from right-brain presentations, Enomoto said, as a visual context can be helpful to everyone [6].

Boehm said that personalities and abilities are not determined by favoring one hemisphere over the other and many other functions are lateralized in the brain [13]. In normal daily functioning, as Ergo and Sheedy observed, the cognitive abilities of the left and right brain are coordinated quite seamlessly. Each half of the brain, as they said, has distinct abilities and strengths that may be uniquely used for particular mental activities [14].

Nielsen and other members of the research team concluded that the lateralization of brain connections appears to be a local rather than global property of brain networks, and data are not consistent with a whole-brain phenotype of greater left-

brained or greater right-brained network strength across individuals [15]. It was reported by Whiteman that that it is absolutely true according to Anderson that some brain functions occur in one or the other side of the brain and people do not tend to have a stronger left-sided or right-sided brain network [16].

Ideally, Eden said, both brains work together in people with optimum mental ability. This coordinating ability, as he revealed, may be the key to superior intellectual abilities [17]. Iaccino explained that the functional asymmetries reported for each of the hemispheres suggest that the cortical differences are mainly ones of the relative (rather than absolute) specializations: namely, the left hemisphere is more language oriented than the right, whereas the right is more visuospatial oriented than the left. Although relatively specialized for a particular input, he added, that each hemisphere still requires the other to complement its overall functioning [18].

3.3 THE COEFFICIENT OF CORRELATION OF LEARNERS' BRAIN DOMINANCE AND PERFORMANCE IN ALGEBRA AND TRIGONOMETRY

The coefficient of correlation was computed using the Pearson product moment of correlation to determine the relationship of the learners' performance in mathematics and the percent dominance of being left-brained or right-brained. Table 3 reveals that the relationship of the LBD learners' performance in Algebra (0.0168) and Trigonometry (0.0788) were observed to be higher compared to the RBD learners (-0.1347 and 0.0253, respectively).

Table 3. Coefficient of Correlation of Learners' Brain Dominance and Performance in Algebra and Trigonometry

Learner Type	Algebra		Trigonometry	
	r-value	p-value	r-value	p-value
LBD Learner	0.0168	0.9273 ^{ns}	0.0788	0.6681 ^{ns}
RBD Learner	-0.1347	0.4225 ^{ns}	0.0253	0.8802 ^{ns}
All Learners	0.0516	0.6714 ^{ns}	0.0306	0.8015 ^{ns}

ns means p-value not significant at $p < 0.05$.

However, upon testing the significance of those relationships, their corresponding p-values disclosed that the performance in Algebra and Trigonometry of the LBD (p-values of 0.9273 and 0.6681, respectively) and RBD (p-values of 0.4225 and 0.8802, respectively) learners are all found not significant.

Such relationships observed may be related to a series of studies conducted by several researchers who found no consistent relation of the students' brain dominance and their performance in mathematics.

Kitchens together with other members of the research team found out in their study that LBD learners tend to be generally successful in algebra, while right brain students tend to succeed in classes involving trigonometry, conics, vectors, and complex numbers [19]. In a study of brain hemisphere dominance and vocational preference, Szirony, Pearson, Burgin, Murray and Elrod disclosed that no correlation was observed between mathematical concept and left brain alone [20]. When the measure of hemispheric laterality was compared to mathematical ability by Szirony, Burgin and Pearson, they revealed that the relationship between mathematics and left-brain hemisphere preference was considered to be marginal [21].

O'Boyle concluded that the mathematically gifted students showed no hemispheric differences. Those who were precocious in mathematics, according to him, were equally good at processing global and local elements with either hemisphere, suggesting more interactive, cooperative left and right brains [22]. Mitchel reported that mathematically gifted students showed a faster and more accurate ability to exchange information between hemispheres than those of average mathematical ability. She said that researchers described this as enhanced interhemispheric interaction and collaboration and a highly integrated form of bilateralism [23].

Hsu described that the best mathematics students do not even seem to settle for being left brain people. He explained further that while the typical person might lean more heavily on one hemisphere or the other to do mental tasks necessary for mathematics calculation, the brightest among individuals can more fully integrate both hemispheres of the brain [24].

4 CONCLUSION AND RECOMMENDATION

This study disclosed that there were no significant correlations between the learners' brain dominance and their performance in mathematics. The non-significance in correlation may be explained by the insights yielded from previous researches that (1) learners do have different personalities and have unique strengths and weaknesses in how they process information; and (2) personalities and abilities of learners are not determined by favoring one hemisphere over the other, but both hemispheres are used by learners in thinking processes. The opposing opinions revealed by several researchers can be taken positively as a challenge in the educational environment, specifically for learners and teachers.

Learners may use as guide the results of various studies pertaining to brain dominance. They should be aware of their own neurological strengths and weaknesses and should help themselves strengthen the weaker parts of their brain. Learners should understand how their brain processes information to help themselves learn fast and efficiently. They should consider that no matter which hemispheric dominance they have, they need to learn to adapt to varied learning strategies that will lead them to academic success.

Teachers may facilitate the learning of the LBD and RBD learners by promoting complementary hemispheric interaction. They should understand the processes at work in the learners' brain to help their learners explore their individual preferences. Teachers should consider teaching strategies of more balanced approach that will equally address the needs of their LBD and RBD learners. They must recognize the right-brain and left-brain characteristics in their learners for them to plan instructional classroom activities that will stimulate the use of learners' both hemispheres to attain the expected learning outcomes.

REFERENCES

- [1] Nobelprize.org, *The Split Brain Experiments*, 2003.
[Online] Available: <http://www.nobelprize.org/educational/medicine/split-brain/background.html> (October 30, 2003).
- [2] Medical Xpress, *Researchers Debunk Myth of Right-Brain and Left-Brain Personality Traits*, 2013. [Online] Available: <http://medicalxpress.com/news/2013-08-debunk-myth-right-brain-left-brain-personality.html> (August 15, 2013).
- [3] EduNova: Innovations from Leading Education Experts, *Left Right Brain Dominance Test*. [Online] Available: http://www.edu-nova.com/apps/brain_dominance.html.
- [4] Herrmann, Ned, *The Theory Behind the HBDI and Whole Brain Technology*, Herrmann International, 1998. [Online] Available: http://www.hbdi.com/uploads/100024_articles/100543.pdf (December 1, 1998).
- [5] Sperry, R. W., Hubel, D. H. and Wiesel, T. N., *Nobel Lecture: Some Effects of Disconnecting the Cerebral Hemispheres*, The Nobel Prize in Physiology or Medicine, 1981.
[Online] Available: http://www.nobelprize.org/nobelprizes/medicine/laureates/1981/sperry-lecture_en.html (December 8, 1981).
- [6] Enomoto, Lori, *Improving Academic Success with Right-Brain Learning Methods*. CRC Health Group Inc., 2011. [Online] Available: <http://www.crchealth.com/youth-programs/improving-academic-success-right-brain-learning-methods>.
- [7] Allon, Michel, *EMDR and Right-Left Brain Stimulation*, 2003. [Online] Available: www.emdr.org.il/dls/right-left.doc (November 2003).
- [8] Scull, Andrew, *Left Brain, Right Brain: One Brain, Two Brains*. Oxford University Press, 2010.
- [9] Melina, Remy, *What's the Difference Between the Right Brain and Left Brain?*, Livescience, 2011. [Online] Available: <http://www.livescience.com/32935-whats-the-difference-between-the-right-brain-and-left-brain.html> (January 12, 2011).
- [10] Molfese, Dennis L. and Segalowitz, Sidney J. (Eds), *Brain Lateralization in Children: Developmental Implications*, The Guilford Press, 1988.
- [11] Hampson, Elizabeth, *Left Brain, Right Brain: Fact and Fiction*, Organization for Quality Education, 1994. [Online] Available: <http://www.societyforqualityeducation.org/newsletter/archives/left.pdf> (December 1994).
- [12] C. Chiron, I. Jambaque, R. Nabbout, R. Lounes, A. Syrota and O. Dulac, "The Right Brain Hemisphere is Dominant in Human Infants," *Brain: A Journal of Neurology*, vol. 120, pp. 1057–1065, 1997.
- [13] Kevin Boehm, "Left Brain, Right Brain: An Outdated Argument". *Yale Scientific Magazine*, 2012.
- [14] Ergo, Doctor and Sheedy, Jim, *The Human Brain - Right and Left*, Pondering Life, 2012.

- [15] J. A. Nielsen, B. A. Zielinski, M. A. Ferguson, J. E. Lainhart and J. S. Anderson, "An Evaluation of the Left-Brain vs. Right-Brain Hypothesis with Resting State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging," *PLoS ONE*, vol. 8, no. 8, e71275, 2013.
- [16] Whiteman, Honor, *No Such Thing' as Left or Right Brained People*, Medical News Today, 2013. [Online] Available: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/264923.php> (19 August 2013).
- [17] Eden, Dan, *Left Brain / Right Brain*, 2014. [Online] Available: <http://www.viewzone.com/bicam.html>.
- [18] Iaccino, James F., *Left Brain - Right Brain Differences: Inquiries, Evidence, and New Approaches*, Psychology Press, 2014.
- [19] A. N. Kitchens et al., "Left Brain/Right Brain Theory: Implications for Developmental Math Instruction," *Review of Research in Developmental Education*, vol. 8, no. 3, 1991.
- [20] G. M. Szirony, L. C. Pearson, J. S. Burgin, G. C. Murray and L. M. Elrod, "Brain Hemisphere Dominance and Vocational Preference: A Preliminary Analysis Work," *A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, vol. 29, no. 4, pp. 323-329, 2007.
- [21] G. M. Szirony, J. S. Burgin and L. C. Pearson, "Hemispheric Laterality in Music and Math," *Learning Inquiry*, vol., 2, no. 3, pp 169-180, 2008.
- [22] O'Boyle, Michael, *The Brain's Left and Right Sides Seem to Work Together Better in Mathematically Gifted Middle-School Youth*, The American Psychological Association, 2004.
[Online] Available: <http://www.apa.org/news/press/releases/2004/04/interhemispheric.aspx> (April 11, 2004).
- [23] Mitchell, Natasha, *Left Brain, Right Brain*, ABC Science, 2004.
[Online] Available: <http://www.abc.net.au/science/articles/2004/06/24/2856996.htm> (June 24, 2004).
- [24] Hsu, Jeremy, *Does the "Right Brain vs. Left Brain" Spinning Dancer Test Work? Ever Wondered?*, Life Science, 2007.
[Online] Available: <http://scienceline.org/2007/10/ask-hsu-spinning-girl-right-left-brainhemispheres> (October 29, 2007).

RELATIONSHIP BETWEEN CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT, SERVICE QUALITY IMPROVEMENT AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN MALAYSIAN HEALTHCARE INDUSTRY

Nurul Fadly Habidin¹, Naimah Ali², Nur Afni Khaidir², Nurul Aifaa Shazali², and Osman Jusoh¹

¹Department of Management and Leadership,
Faculty of Management and Economics,
Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjung Malim, Perak, Malaysia

²Departments of Accounting and Finance,
Faculty of Management and Economics,
Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjung Malim, Perak, Malaysia

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: Healthcare industry is one of the service industries that involving a high encounters and interaction between healthcare providers and patients. Customer relationship management (CRM) is viewed as a strategy for organization to manage and maintain the relationship with customers as well as keeping the entire of customer's record. The importance of CRM strategy has been highlighted in many previous studies as a tool to increase the Organizational Performance (OP). However, there is still a lack of understanding regarding the importance of CRM strategy in Malaysian healthcare context. Malaysian's consumer began to expect a higher quality of care from healthcare providers as they starting to care about their own healthcare. CRM strategy and Service Quality Improvement (SQI) is viewed as a strategy to meet the customer expectation and satisfaction. The achievement of SQI actually depends on an organization's competency to offer and provide the best quality of service delivery in order to increase OP. Thus, the main purpose of this study is to examine relationship between CRM, SQI and OP model in Malaysian healthcare industry. Next, four hypotheses were developed to be investigated. This area of research in the future is expected to be investigated structural relationship between CRM, SQI, and OP in Malaysian healthcare industry. This study ends with the suggestions for future work research.

KEYWORDS: Customer relationship management, service quality improvement, organizational performance, structural equation modeling, healthcare industry.

1 INTRODUCTION

Healthcare providers are striving to compete with each other in order to offer the excellent service to patients. Healthcare industry is one of the service industries that involving a high encounters and interaction between healthcare providers and patients. Interaction between healthcare providers and patients is recognized as a complex process [1]. This is because of different need, expectation and preference between patient and healthcare providers. Thus, customer relationship management (CRM) is viewed as a strategy for organization to manage and maintain the relationship with customers as well as keeping the entire of customer's record. Record of all contact and patients information is really important to be keep in ensuring healthcare providers can perform the treatment accurately.

Previous authors are on consensus that organization tends to face a failure whilst implementing a CRM strategy [2], [3]. It is a common that any implementation strategy confronts a resistance and hindrance in making it successful. CRM is not an exception too. Thus, Dimitriadis and Stevens [4] suggested that CRM is still a high interest topic to be discussed currently.

Even though many studies focus on CRM, there is still a lack of research encounter about healthcare organization that implemented CRM in Malaysian healthcare industry. Rababah et al. [5] revealed that currently there are none of the private hospital in northern part of Malaysia has adopted the CRM strategy. This is because the implementation of CRM is viewed as a complex and difficult process. Thus, there is a need for researchers to investigate about CRM strategy.

Besides that, Rasiah et al. [6] stated that it is an importance to investigate healthcare services provided by private healthcare sector in Malaysia. Furthermore, healthcare consumer nowadays started to demand a higher quality of healthcare services. Therefore, it is essential for researcher to understand and investigated the details on how the service of healthcare is delivered, implementing process that assist the effective, efficient and high quality of care [7].

In addition, there is still considerable confusion and there is no clearly relation between the effect of CRM on SQI and OP especially in Malaysian healthcare industry. Thus, this study is going to explore and proposed CRM, SQI, and OP model for Malaysian healthcare industry. The rest of the study is organized as follows.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT (CRM)

An extensive literature review of CRM studies has been explored by many previous authors. Hence, various definitions for CRM are being created. For instant, Zablah et al. [8] defined CRM as a process, strategy, capability, or as a technological tool. In healthcare context, CRM is viewed as a strategy to maintain and retain the profitable customer in long term relationship between providers and patients. Besides, CRM can be used to find the right customer as well as to create a customer loyalty [9]. In short, it can be concluded that CRM strategy is an important tool for organization to maintain a healthy relationship with customer and to store customer information more systematically.

Walberg et al. [10] suggested that research on CRM with an organization resource is essential. CRM strategy refined depends on resources and capabilities of the organization. It is essential in order to achieve organizational goal as well as creating a customer value. Besides that, organization should consider customer expectations and needs before designing CRM strategy. This supported by Almunawar and Anshari [11] that healthcare providers need to redesign their strategy when they cannot achieve its strategic objectives to fit business processes. In order to achieve successful CRM implementation, organizations need to consider all the key factors before designing CRM strategy.

The success of CRM implementation can assist organization to improve their performance. The important thing to be considered by organization is the design of CRM strategy and how customer reacts to that strategy. Many previous authors are on consensus that technology deployment efforts and the organization capability are some of organizational factor that contribute to the success of CRM strategy implementation [12], [13], [14], [15], [16], [17].

As continuity to that, there are several key factors that successfully support the implementations of CRM by organizations. Critical success factors (CSFs) of CRM are basically depends on this three root words. Integration of people, technology and process are the root factors that contribute to the successful CRM in business [9], [17], [18]. Many authors investigated and expanded this factor to ease the organization to understand more about CRM. For instance, Hadzagas [19] stated that a creative mix of three root factors that discussed earlier, strategies and information resources are required in order to find the right customers. After all, this study is going to review and explore five key factors that contribute to the success of CRM implementation. These are; top management, organizational culture, information technology, customer involvement and evolution path. The details of construct definition can be referred in Table 1 shown below.

Table 1: Construct CSFs Definition of CRM

Constructs	Operational Definition
Top Management (TM)	Commitment from top management is really important in implementing CRM. It is said as a key factor that contributes to the success of CRM implementation [3].
Organizational Culture (OC)	Organizational culture is created from beliefs, expectations, attitudes, and common value of all the members involved in organization. It always changes as the time passed [20].
Information Technology (IT)	Organization's technology capability plays an important part in implementing CRM strategy. CRM cannot be implemented without proper support from information systems [10].
Customer Involvement (CI)	Understanding this behavior of patients can assist the providers to treat patients with more care and cautious [9].
Evolution Path (EP)	Evolution path has been viewed as one of the success factor in implementing CRM [21], [22] strategy in organization requires a few steps and process before can be successfully implemented.

Top management plays an important part in introducing CRM strategy to the employees. It is a key factor which is often said together with other success factor in implementing CRM strategy. According to Herington and Peterson [23], top management should have knowledge in setting the step of CRM strategy implementation. Next, they need to adjust it so that alignment of organization goal and objective is created. Besides that, any implementation of CRM strategy without top management commitment is usually leads to a failure.

On the other hand, organizational culture is a factor that always been debating over by researchers. Argue that, CRM implementation should be applicable with the current organization culture to avoid any unnecessary problem later. This is because organizational cultures may have to be changed in the future, and a readiness for change needs to be achieved by organization [24]. Next, implementing CRM without an excellent technology capability easily leads to a failure. In relation, according to Hung et al. [25], it is more difficult for healthcare organization in adopting CRM system because healthcare industry is left behind in term of IT adoption compared than other industry. Thus, a proper CRM strategy needs to be design before implementing accordingly to healthcare organization's technology capability.

Not only that, customer involvement also plays an important part in ensuring CRM strategy to be successfully implemented. Improvement initiative can be perform based on customer complains whether positive or negative perception on the services that they perceived. Hence, this feedback is essential for healthcare organization to make any improvement process in their management. CRM is expected to provide a variety ways in delivering information to customers and more systematic way to communicate between providers and customers in service organization [26].

2.2 SERVICE QUALITY IMPROVEMENT (SQI)

Service quality is defined as what are the services that consumer received and their respond about the quality of service they perceived [27]. As a matter of fact, many authors argued that service quality is a complex process and difficult to refine. It is true that actual quality of care is hard to define. For example, interpersonal aspects of service delivery such as empathy of the employees are probably the most trouble aspect to improve and measure [28]. Hence, it can be said that service quality is a complicated process to measure and thus the improvement of service quality is needed.

Ovretviet [29] stated that higher cost of healthcare treatment leads to an increasing number of patient dissatisfaction. Respond to that, it is a necessity for healthcare organization to improve their service quality to ensure that it's worthy for patient to pay more. Besides, it can't be denied that patients are able to pay a higher cost for a satisfactory of healthcare quality. Patients are willing to pay a higher cost for treatment in private healthcare organization compared to public healthcare. In fact, quality of service in private healthcare is more assuring and excellent. Therefore, the improvement of service quality in healthcare is critically needed to enhance organizational performance as well as assist to increase patients' satisfaction.

Zineldin [9] argued that healthcare providers are not necessary to spend high resource of organization in order to improve quality. There are several ways to improve quality of service without using high resources. Healthcare providers need to know and understand what are the customer needs and expectation at the first place. In addition, a benchmark or quality standard should be put by organization in order to please the customers need. Then, others quality framework can be added for assisting the providers to achieve targeted standard. The achievement of SQI actually depends on an organization's

competency to offer and provide the best quality of service delivery. Therefore, healthcare organization should understand patient's need and able to offer easy, friendly and faster service.

On the other hand, patients' decision to visit the same healthcare providers again in the future are depends on the service given. Indeed, patient have the right to choose the best healthcare providers and the best providers win the heart of people. Patient usually obtained healthcare information from their own past experience and other consumer of healthcare. At present, patient expectation of quality service in healthcare organization is rapidly increasing because of a rising living cost and live quality. Moreover, healthcare consumers are starting to show a concern about quality cares of their own healthcare. Therefore, service quality perception from patient's point of view should be carefully considered by healthcare providers despite only referring to their own preference. Hadzagas [19] discovered that internal employees in healthcare organization did not realize that there is gap between patient expectation and service provided by them. Thus, it is needed for healthcare providers to maintain high service quality and at the same time trying to exceed the patient's expectation.

This study is adopting Parasuraman et al. [30] SERVQUAL dimension of service quality in order to understand the characteristics of service quality. Table 2 below shows the construct definition of five dimensions in service quality.

Table 2: Construct Definitions of Five Service Quality Dimensions

Constructs	Definitions
Tangibility	Tangibility as physical facilities, equipment for service requirement, and appearance of providers [30].
Responsibility	Responsibility as willingness of the providers to assist customers and provide prompt service [30].
Reliability	Ability to perform the promised service dependably and accurately [30].
Assurance	Zainol [31] stated that assurance dimension concerns the customers' trust and confidence towards skill and knowledge of the providers.
Empathy	Empathy as a caring attitude and individualized attention the organizations provide to their customers [30].

Five dimensions of service quality are viewed as a practice to assist the organization in providing an excellent quality of service. Sohail [32] investigated the quality of services provided in Malaysian private healthcare and found out that the tangibility aspect of the service provided is higher than what the patients' expected. It means that healthcare providers in Malaysia able to satisfy patients in regards to the physical facilities, modern equipment and appearance of providers. In relation to that, healthcare providers should always improve their service quality to a better performance concomitant with an increasing global competitive market in service sector. Henceforth, Jager and Plooy [33] suggested that instead of concentrated in performance outcomes, maintaining a high level of patient satisfaction is more required.

2.3 ORGANIZATIONAL PERFORMANCE (OP)

Organizational performance (OP) in this study is more focused to explore about patient satisfaction and employees' satisfaction as the measurement of the healthcare organizational performance. Satisfaction can be defined as an emotional response to the evaluation of a service perceived [34]. Neither patients' satisfaction nor employees' satisfaction plays a crucial part to assist the organization in achieving their goal and objective. The construct definition of patient satisfaction and employees' satisfaction is shown in Table 3 and discussed below.

Table 3: Construct Definitions of Organizational Performance

Constructs	Definitions
Patients satisfaction	Elleuch [35] explained satisfaction as a positive respond from patient when they receive healthcare services and appear to have more confidence in their healthcare providers based on past experiences.
Employees satisfaction	Employees' satisfaction is a term used to describe whether employees are happy or unhappy of their job and fulfill their needs at job [33].

Patient nowadays increasingly shows an interest to their own health outcomes. Certainly, patient expected a higher quality of service and good management of healthcare organization. In fact, customer satisfaction is one of the desirable business outcomes for many organizations [36]. Customers are easily satisfied when the service they perceived is what they expected. This is supported by Tam [37] that suggested a major key point of satisfaction is what the patient's first

expectation about care and quality service provided by healthcare providers. Therefore, providers should approach their customers with an assuring strategy and the improvement of service quality. Hence, CRM as a strategy to manage relationship with patient and with SQI assisted, providers can enhance their organization performance.

Hung et al. [25] stated that patient satisfaction is a vital point in assisting the healthcare organization to maintain their profitability. This is because patients tend to frequently come to their favorable healthcare providers if they satisfied with the service perceived before. Not only that, experiences and health information from the other consumer also assist them to choose the most satisfactory healthcare providers. In regards to that, satisfaction plays an important part as a determinant for healthcare organization in achieving their goal as well as to compete with other providers. Therefore, providers need to ensure that they are providing a higher quality of service in order to satisfy their patients.

Equally important, healthcare providers need to ensure that their employees are satisfied with the surrounding and circumstance of healthcare workplace. This is because employees' satisfaction has been viewed as a key for organization to consider in improving service quality and customer satisfaction [38]. Employees' satisfaction is important as employees are the one who provided the service and treatment. Besides that, positive and motivated employees assist organization to enhance their quality improvement [39]. Therefore, a comfortable and positive workplace, proper accommodation and equipment are needed for their employees to deliver a sound service to patients.

3 RESEARCH HYPOTHESES

3.1 RELATIONSHIP BETWEEN CRM AND OP

Generally, good management of customer relationship assists organization to enhance patient satisfaction and employee satisfaction. According to Claycomb and Martin [40], a basic of business philosophy is to maintain a pleasant relationship management with existing customers that increase customer satisfaction and emphasized employees motivation to work. Thus, healthcare providers need to improve their CRM strategy to build a high quality of relationship and improve their organizational performance. Quality of relationship here can be viewed as correlated to trust attribute, commitment, and satisfaction [41].

Based on literature review, many previous authors discovered that CRM positively increase an organization performance. CRM strategy assist the organization to manage everyday business operation thus contributes to organizational performance improvement [42]. This supported by Hadzagas [19] that found CRM implementation support service organization to improve customer satisfaction. However, organizational performance achievement depends on how well the CRM implementation process is going. This is because although CRM is widely viewed as strategy that can increase organizational performance, unsuccessful of CRM implementation leads to unwisely of cost utilization. Henceforth, healthcare providers should ensure to successfully implemented CRM in order to increase an organizational performance. Thus, hypothesis is being proposed here in order to investigate CRM and OP in Malaysian healthcare industry.

H₁: There is a positive and direct significant relationship between CRM and OP in Malaysian healthcare industry.

3.2 RELATIONSHIP BETWEEN CRM AND SQI

Healthcare providers strived to deliver a high quality of service for patient in order to satisfy patients' need and expectation. Besides that, competition among healthcare providers is rapidly increasing in healthcare industry. Therefore, improved service quality is needed by organization to compete with other. SQI is not an easy task to perform because it involves commitment from all employees in a healthcare organization. Thus, healthcare providers should ensure that they have an excellent customer strategy such CRM to maintain a high quality of service as well as able to compete with other competitor. This is supported by Yang [23] that stated CRM emphasized service quality in order to improve organization competitiveness.

Likewise, CRM strategy can't successfully be implemented without an assuring service quality provided by healthcare providers. Payton and Zahay [43] discovered that in adoption of data warehousing technology for CRM applications, trust and quality play an important part in making CRM a success. As discussed earlier in this study, trust and quality is roughly included in five dimensions of service quality. It can be said that service quality assist healthcare providers to implement a successful of CRM strategy. In addition, Zineldin [9] suggested that keys for organization to compete and survive in service industry are only through CRM and service quality. This showed that CRM and service quality are completing with each other and cannot be separated.

According to Hung et al. [25] customer information and details are definitely required by healthcare providers then stored in various databases. It is important for healthcare organization to know their patients as they often confront with them. CRM strategy is learned as a strategy to keep customers' data in a systematic way and improve the healthcare management. Previous research by Zineldin [9] emphasized that organization need to build a quality customer relationship by adding a practice value such as tangibility into the services provided. Thus, service quality can assist and enhancing CRM to create a long term relationship with patients.

At present, there is still lack of research found about relationship between CRM and SQI in Malaysian healthcare industry. Thus, this study is attempting to explore the relationship between CRM and SQI in Malaysian healthcare industry by proposing its model as a first step. Next, hypothesis 2 is going to be investigated.

H₂: There is a positive and direct significant relationship between customer relationship management and service quality improvement in Malaysian healthcare industry

3.3 RELATIONSHIP BETWEEN SQI AND OP

Interaction between organization and customer becomes a primary importance in service context [44]. Customer expectation plays an important part in determine service quality offered by providers. The perspective thereby requires organization to improve their service quality in order to enhance organizational performance. Hence, SQI is important for healthcare organization to maintain their position in the competitive healthcare market. For instance, Ovretviet [45] suggested that the improvement of service quality is required in order to increase the efficiency of healthcare management. Healthcare management is referred as how the company manages their employees, customer, resources, technology, and organizational goal. Thus, it can be said that SQI can assist healthcare organization to successfully implemented CRM strategy.

Besides that, patient satisfaction is important for healthcare providers as a quality indicator as well as an outcome to compete with other providers in healthcare industry. Tam [37] suggests that mutual trust and respect attitude between patient and healthcare providers are important in achieving an understanding relationship and bring a satisfactory deal for both of them. Therefore, SQI can be assist the organization to succeed in competitive healthcare environment and believed to enhance and increase patient satisfaction.

Based on previous review of literature, service quality has been found to be a competitive tool for many organizations in order to compete with others [46]. Healthcare organization need to improve their service quality exceed far from others as to be a strong competitor in this service market. In addressing the problem, how far the improvement of service quality can enhance and improve organizational performance in Malaysia healthcare industry context is need to be investigated. Therefore, hypothesis 3 below is being proposed.

H₃: There is a positive and direct significant relationship between service quality improvement and organizational performance in Malaysian healthcare industry

3.4 RELATIONSHIP BETWEEN CRM, SQI, AND OP

CRM strategy implementation should base on customers' point of view for creating a quality relationship. Indeed, a good relationship means customers believe and trust the healthcare providers and vice versa. In addition, services in healthcare always change according to the situation as healthcare providers depend on patient's specific health condition and their own preference before providing a service [47]. Besides that, patient may expect a higher quality of service provided by healthcare providers. As patients nowadays are high educated, they can comfortably choose healthcare providers they require as information about healthcare organization is ease to find. Technology plays an important part in here. Manaf [48] stipulated that Malaysian government has experienced an excessive cost in public healthcare expenditure to ensure the quality of healthcare is excellent. Therefore, healthcare providers should maximized technology to the fullest and properly implementing CRM strategy in order to satisfy patients.

As mentioned earlier, CRM strategy is able to keep the information about customer need and expectation. In regards to that, CRM strategy can assist healthcare providers for increasing and enhancing patient satisfaction with the improvement of ongoing service quality [25]. Thus, perhaps with SQI support, CRM can improve the organization's performance. Besides that, there is still lack of research found about the linkages of CRM, SQI and OP in Malaysia. Therefore, hypothesis 4 is being proposed.

H₄: The impact of CRM implementation on Organizational performance increase with a mediating of service quality improvement in Malaysian healthcare industry.

4 METHODOLOGY

The main goal of this study is to increase the understanding about CRM, SQI and OP measures in Malaysian healthcare industry. This study also proposed a research model through the path analysis by Structural Equation Modeling (SEM) technique. For mediator model, SQI construct be analyzed as whether they mediate the relationship between CRM and OP. Besides that, four related hypotheses are developed and will be tested in Malaysian healthcare industry.

Research design is viewed as a structure or plan that explicates the number of research entities or variables and their relationship to one another [49]. SEM technique was utilized to perform the required statistical analysis of the data from the survey. This is because the requirement to improve method of quality initiative and performance measurement is very important in healthcare industry [50]. Exploratory factor analysis, reliability analysis and confirmatory factor analysis to test for construct validity, reliability, and measurements loading were performed. Having analysed the measurement model, the structural model was then tested and confirmed.

Other than that, planning for respondents is essential for empirical studies. In this study, sampling method is used by using structured questionnaire. The study is going to use quantitative survey in the Malaysian healthcare industry. The population of this study comprised in Malaysian healthcare industry. Questionnaires will distribute to healthcare's manager in Malaysian healthcare industry. To analyse the data, two statistical techniques were adopted. Next, the statistical package for the Social Sciences (SPSS) version 17 was used to analyse the preliminary data and provide descriptive analysis about thesis sample such as means, standard deviations, and frequencies. SEM using AMOS 18 will be as a guide to test the measurement model.

5 A PROPOSED RESEARCH MODEL

Based on the extensive review of CRM, SQI and OP in earlier section in this study, it can be said that there are still lack of research found about CRM, SQI and OP in Malaysian healthcare industry respectively. In doing so, this study is going to propose a model of CRM, SQI and OP for Malaysian healthcare industry. The proposed research model can be seen as shown in Figure 1 below.

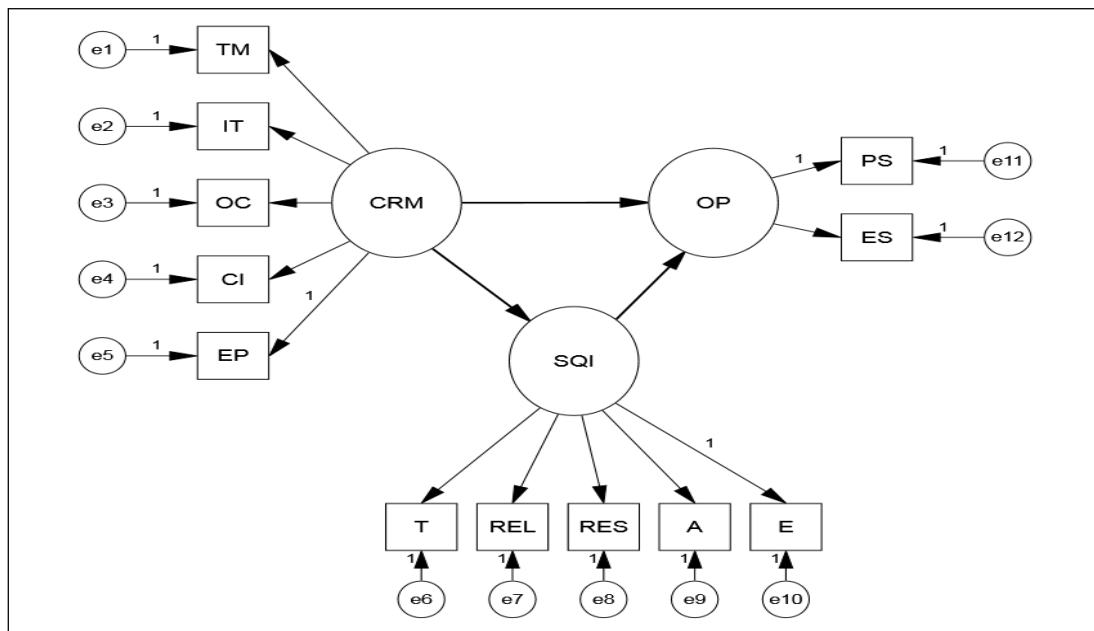


Fig. 1. Proposed Model for CRM, SQI, OP for Malaysian Healthcare Industry

Notes*: TM= Top Management, OC= Organizational Culture, IT= Information Technology, CI= Customer Involvement, EP= Evolution Path, CRM= Customer Relationship Management, SQI= Service Quality Improvement, OP= Organizational Performance, T= Tangibility, RE= Reliability, RS= Responsibility, A= Assurance, E= Empathy, CS= Customer Satisfaction, ES= Employee Satisfaction

6 CONCLUSIONS

Healthcare providers interact with patients through multiple of ways. CRM is viewed as one of the organization strategy to manage the relationship between healthcare providers and patient. Based on extensive review of CRM strategy, many authors found that there is a gap between CRM and organizational performance. Therefore, perhaps with the support from service quality improvement as a mediator, organization can improve their organizational performance to a better quality. Thus, this area of research in the future is expected to be investigated structural relationship between CRM, SQI, and OP in Malaysian healthcare industry.

ACKNOWLEDGMENT

The researches would like to acknowledge the Ministry of Higher Education (MOHE) for the financial funding of this research thought Fundamental Research Grant Scheme (FRGS), and Research Management Centre (RMC), UPSI for Research University Grant (RUG).

REFERENCES

- [1] M. K. Bansal, "Optimizing Value and Quality in General Practice of Primary Health Care Sector through Relationship Marketing: A Conceptual Framework," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 17, no. 4, pp. 180-188, 2004.
- [2] C. Bull, "Strategic Issues in Customer Relationship Management (CRM) Implementation," *Business Process Management Journal*, vol. 9, no. 5, pp. 592-602, 2003.
- [3] A. Osarenkhoe and A. Bennani, "An Exploratory Study of Implementation of Customer Relationship Management Strategy," *Business Process Management Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 139-164, 2007.
- [4] S. Dimitriadis, and E. Stevens, "Integrated Customer Relationship Management for Service Activities: An Internal/External Gap Model," *Managing Service Quality*, vol. 18, no. 5, pp. 496-511, 2008.
- [5] K. Rababah, H. Mohd and H. Ibrahim, "A Study of the Perception of the Benefits of Customer Relationship Management (CRM) System in Malaysian Private Hospitals," *International Conference on Business and Economics Research*, vol. 1, pp. 327-330, 2010.
- [6] R. Rasiah, N. R. W. Abdullah and M. Tumin, "Markets and Healthcare Services in Malaysia: Critical Issues," *International Journal of Institutions and Economies*, vol. 3 no.3, pp. 467-486, 2011.
- [7] N. F. Habidin, C. M. Z. C. Omar, H. Kamis, N. A. M. Latip and N. Ibrahim, "Confirmatory Factor Analysis for Lean Healthcare Practices in Malaysian Healthcare Industry," *Journal of Contemporary Issues and Thought*, vol. 2, no. 2, pp. 17-28, 2012.
- [8] A. R. Zablah, D. N. Bellenger and W. J. Johnston, "Customer Relationship Management Implementation Gaps," *Journal of Personal Selling and Sales Management*, vol. xxiv, no. 4, pp. 279-95, 2004.
- [9] M. Zineldin, "The Royalty of Loyalty: CRM, Quality and Retention," *Journal of Consumer Marketing*, vol. 23, no. 7, pp. 430-437, 2006a.
- [10] O. Walberg, C. Strandberg, H. Sundberg and K. W. Sandberg, "Trends, Topic and Under Researched Areas in CRM Research: A Literature Review," *International Journal of Public Information System*, vol. 2, no. 3, pp. 191-208, 2009.
- [11] M. N. Almunawar and M. Anshari, "Improving Customer Service in Healthcare with CRM 2.0," *Global Science and Technology Forum (GTSF) Business Review*, vol. 1 no. 2, pp. 228-234, 2011.
- [12] L. Ryals and S. Knox, "Cross-functional Issues in the Implementation of Relationship Marketing through Customer Relationship Management," *European Management Journal*, vol. 19 no. 5, pp. 534-42, 2001.
- [13] Q. Chen and H-M. Chen, "Exploring the Success Factors of e-CRM Strategies in Practice," *Database Marketing and Customer Strategy Management*, vol. 11, no. 4, pp. 333-43, 2013.
- [14] R. Werner, K. Manfred and H. D. Wayner, "The Customer Relationship Management Process: Its Measurement and Impact on Performance," *Journal of Marketing Research*, vol. XLI, pp. 293-305, 2004.
- [15] W. Boulding, R. Staelin, M. Ehret and W. J. Johnston, "A Customer Relationship Management Roadmap: What Is Known, Potential Pitfalls, and Where To Go," *Journal of Marketing*, vol. 69, no. 4, pp. 155-66, 2005.
- [16] J. O. Chan, "Toward A Unified View of Customer Relationship Management," *The Journal of American Academy of Business*, vol. 6, no. 1, pp. 32-38, 2005.
- [17] F. Arab, H. Selamat, S. Ibrahim and M. Zamani, "A Survey of Success Factors For CRM," *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, WCECS 2010, San Francisco, USA, 2010.

- [18] Chen, I.J. and Popovich, K. (2003) 'Understanding customer relationship management (CRM): people processes and technology,' *Journal of Business Process Management*, Vol. 9 No. 5, pp. 672-688.
- [19] C. Hadzagas, "Applying Customer Relationship Management Systems for Customer Satisfaction: An Empirical Approach for Small-And-Medium-Sized Companies," *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, vol. 1 no. 40, pp. 1450-2275, 2011.
- [20] P. Siriprasoetsin, K. Tuamsuk and C. Vongprasert, "Factors Affecting Customer Relationship Management Practices in Thai Academic Libraries," *The International Information and Library Review*, vol. 43, no. 4, pp. 221-229, 2011.
- [21] A. Rainer and P. Thomas, "Successful Practices in Customer Relationship Management," *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, USA, 2004.
- [22] Z. Pan, H. Ryu and J. Baik, "A Case Study: CRM Adoption Success Factor Analysis and Six Sigma DMAIC Application," *Fifth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*, 20-22 August 2007.
- [23] D. Herington and G. Peterson, "Making Sense of E-CRM: Setting the Strategic Agenda for Sales Automation," *Proceedings of DCI Customer Relationship Management Conference*, Boston, MA, 2000.
- [24] J. Peppard, "Customer Relationship Management (CRM) in Financial Services', *European Management Journal*, vol. 18 no. 3, pp. 312-27, 2000.
- [25] S-Y. Hung, W-H. Hung, C-A. Tsai and Jiang, S-C, "Critical Factors of Hospital Adoption on CRM System: Organizational and Information System Perspectives," *Decision Support System*, vol. 48 no. 4, pp. 592-603, 2010.
- [26] L. P. Willcocks and R. Plant, "Getting from bricks to bricks," *Sloan Management Review*, Spring, pp. 50-9, 2001.
- [27] C. Gronroos, "Service management and marketing," Massachusetts: Lexington Books, 1990.
- [28] A. Donabedian, "Evaluating the Quality of Care', *The Milbank Quarterly*, Vol. 83 No. 4, pp. 691-729, 2005.
- [29] J. Ovretveit, "Formulating a Health Quality Improvement Strategy," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, Vol. 17 No. 3, pp. 368-76.
- [30] A. Parasuraman, V. A., Zeithaml and L. L. Berry, "Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality," *Journal of Marketing*, vol. 52 no. 2, pp. 35-48, 1988.
- [31] A. Z. Zainol, "A Comparative Study of Service Quality (Passenger Handling) between Malaysian Airlines and Air Asia: A Descriptive Exploration," Master Thesis, Universiti Utara Malaysia, Sintok, 2003.
- [32] M. Sohail, "Service Quality in Hospitals: More Favorable than You Might Think', *Managing Service Quality*, vol. 13 no. 2, pp. 197-206, 2003.
- [33] J. D. Jager and T. D. Plooy, "Measuring Tangibility and Assurance as Determinants of Service Quality for Public Health Care in South Africa," *Acta Commercii*, Vol. 7 No. 1, pp. 96-111, 2007.
- [34] R. Westbrook, "Sources of Consumer Satisfaction with Retail Outlets," *Journal of Retailing*, vol. 57, pp. 8-85.
- [35] A. Elleuch, "Patient Satisfaction in Japan," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 21, no. 7, pp. 692 – 705, 2008.
- [36] T. L. Keiningham, T. Perkins-Munn, L. Aksoy and D. Estrin, "Does customer satisfaction lead to profitability?," *Managing Service Quality*, vol. 15 no. 2, pp. 172-181, 2005.
- [37] J. L. M. Tam, "Linking Quality Improvement with Patient Satisfaction: A Study of a Health Service Centre," *Marketing Intelligence and Planning*, vol. 25, no. 7, pp. 732-745, 2007.
- [38] R. W. Y, Yee, A. C. L. Yeung and E. Cheng, "The Impact of Employee Satisfaction on Quality and Profitability in High-Contact Service Industries," *Journal of Operations Management*, vol. 26, no. 5, pp. 651-668, 2008.
- [39] N. A. Shazali, N. F. Habidin, N. Ali, N. A. Khaidir and N. H. Jamaludin, "Lean Healthcare Practice and Healthcare Performance in Malaysian Healthcare Industry," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 3, no. 1, pp. 1-5, 2013.
- [40] C. Claycomb and C. L. Martin, "Building Customer Relationships: An Inventory of Service Providers' Objectives and Practices', *Marketing Intelligence and Planning*, vol. 19, no. 6, pp. 385-399.
- [41] M. Aga and O. V. Safakli, "An Empirical Investigation of Service Quality and Customer Satisfaction in Professional Accounting Firms: Evidence from North Cyprus," *Problems and Perspectives in Management*, vol. 5, no. 3, pp. 84-98, 2007.
- [42] C. C. Yang, "Establishment and Application of the Integrated Model of Service Quality Measurement," *Managing Service Quality*, vol. 13, no. 4, pp. 310-324, 2003.
- [43] F. C. Payton and D. L. Zahay, "Why Doesn't Marketing Use the Corporate Data Warehouse? The Role of Trust and Quality in Adoption of Data-Warehousing Technology for CRM Applications," *Journal of Business and Industrial Marketing*, vol. 20, no. 4/5, pp. 237-244, 2005.
- [44] O. C. Hansemark and M. Albinsson, "Customer Satisfaction and Retention: The Experiences of Individual Employees," *Managing Service Quality*, vol. 14, no. 1, pp. 40-57, 2004.
- [45] J. Ovretveit, "Formulating a Health Quality Improvement Strategy," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 17, no. 3, pp. 368-76, 2004.

- [46] G. K. Q. Agyapong, "The Effect of Service Quality on Customer Satisfaction in the Utility Industry- a Case of Vodafone (Ghana)," *International Journal of Business and Management*, vol. 6 no.5, pp. 203-210, 2011.
- [47] A. Hausman, "Modelling the Patient-Physician Service Encounter: Improving Patient Outcomes," *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 32 no. 4, pp. 15-17, 2004.
- [48] N. H. A. Manaf, "Quality Management in Malaysian Public Health Care," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 18, no. 3, pp. 204-216, 2005.
- [49] N. F. Habidin, C. M. Z. C. Omar, H. Kamis, N. A. M. Latip and N. Ibrahim, "Confirmatory Factor Analysis for Lean Healthcare Practices in Malaysian Healthcare Industry," *Journal of Contemporary Issues and Thought*, vol. 2 no. 2, pp. 17-28, 2012.
- [50] N. A. Khaidir, N. F. Habidin, N. Ali, N. A. Shazali and N. H. Jamaludin, "Six Sigma Practices and Organizational Performance in Malaysian Healthcare Industry," *Journal of Business and Management*, vol. 6, no. 5, pp. 29-37, 2013.

Contribution à l'évaluation de la performance du port et terminal à conteneur : cas Tanger Med

Azzelarab ZAOUDI, Abid IHADIYAN, and Hassane ZOUIRI

Département : Intégration régionale, Migrations, Emploi et Développement,
Groupe de Recherche en Economie et Territoire,
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales de Tanger,
Université Abdelmalek Essaâdi, 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: This paper seeks to contribute to the assessment of the performance of container terminal at Tanger Med (phase I). It proposes to apply the UNCTAD model simulation capacity by a series of empirical analysis of port performance indicators (terminal) Tanger Med, action variables discussed in this present work are based on various factors related to different processes of terminal and become indicators on which the management of the terminal relies on for problem solving and decision making valid to improve the performance of the port (terminal).

The concepts annual throughput, Port stay, terminal capacity, quay and yard utilization, service quality among others allow for the completion of the objectives of this Article.

KEYWORDS: Terminal, Container, Performance, Capacity, Simulation.

RESUME: Cet article cherche à contribuer à l'évaluation de la performance du terminal à conteneur Tanger Med (phase I). Il propose d'appliquer le modèle UNCTAD de simulation de la capacité par une série d'analyse empirique des indicateurs de performance du port (terminal) Tanger Med, les variables d'actions discutées dans ce présents travail se basent sur des facteurs liés aux différents process du terminal qui deviennent des indicateurs sur lesquels le management du terminal s'appui pour la résolution de problème et la prise de décisions valables à l'amélioration de la performance du port (terminal). Les concepts de flux annuel, délais de séjour, capacité du terminal, taux d'occupation de quai et de parc, qualité de service permettent entre autres à l'aboutissement des objectifs du présent article.

MOTS-CLEFS: Terminal, Conteneur, Performance, Capacité, Simulations.

1 INTRODUCTION

De nos jours, les recherches en matière de terminal à conteneur deviennent d'une importance capitale, ceci, est dû largement à la croissance rapide du flux de la conteneurisation qu'a connu le monde à partir des années soixante, qui ait induit une dramatique réduction des coûts du transport et du commerce international.

Les ports et les terminaux à conteneur forment désormais un maillon indissociable du système de transport intermodal, le trafic maritime des conteneurs ne cesse de croître, incitant toutes les intelligences économiques du secteur à se focaliser sur la question de la performance du terminal. Le port Tanger Med situé sur le détroit de Gibraltar offre de meilleures perspectives de performance, de promotion régionale, nationale et internationale du pays.

L'agence spéciale (TMSA) représente l'Etat dans le port Tanger Med -connu dans le jargon maritime par le *landlord*- dispose des terrains (*Yard*) et des équipements portuaires qu'il mette à la disposition des opérateurs, ces derniers s'occupent

de l'exploitation et de la gestion du terminal et de ses équipements, le contrat (partenariat public privé) qui lie ces deux intervenants de secteur prend généralement la forme de concession.

En effet, le terminal à conteneur pourvoit les compagnies maritimes et armateurs connu par les "lines" ou lignes maritimes par un ensemble de services logistiques et facilités en terme des opérations de déchargement, chargement, services particuliers dont Transvasement (*Stripping & Stuffing*), Certificat de Non Manipulation, fuel pour navire (*bunkering*), magasinage des conteneurs (*Storage*), L'amarrage du navire (*Berthing/Unberthing*) et opérations d'arrimage (*lashing/unlashing*), service de ballastage (gestion de profondeur ou tirant d'eau du navire), gestion spéciale des frigorifiques, service d'étiquetage (*labelling*) des IMDG¹ (conteneur de classe dangereuse), pesage des conteneurs directs (*weighing*) réparation de conteneur ou de différents équipements de structure de navire, etc.

L'évaluation de la performance d'un terminal à conteneur s'avère complexe faisant appel à la compréhension étendue de l'ensemble des process d'opération de terminal. Nous envisageons de présenter une étude détaillée de la performance à travers l'analyse synthétique de la capacité et des indicateurs de performance rattachés à la prestation des équipements, des activités et de l'opération.

OBJECTIFS ET PROBLEMATIQUE

Cet article a pour objectif de contribuer à l'évaluation de la performance de terminal à conteneur Tanger Med (Phase I). On tente alors d'évaluer la performance du terminal à conteneur à travers l'analyse de sa capacité et en fonction d'un ensemble de critère et indicateurs clé de performance.

Les facteurs de performance sont les ingrédients essentiels de l'analyse, nous présentons quelques résultats de la recherche empirique récente issue des statistiques du terminal.

Les retombées scientifiques de cet article est de fournir un cadre de référence aux académiques, scientifiques et professionnels de métiers, truffé d'analyse et de simulation.

2 REVUE DE LITTERATURE ET PROCESSUS DU TERMINAL A CONTENEUR

La quête à l'amélioration continue de la performance est d'une importance cruciale, comme toute industrie, l'industrie maritime mesure sa performance, en terme de l'efficience (plein emploi des ressources), et de l'efficacité (productivité des équipements) qui permettent la réalisation des objectifs prédéterminés, (Mentzer et Konard, 1991), la compétitivité internationale du port d'une nation reste tributaire de ces facteurs d'efficience et d'efficacité (Tongzon, 1989, Chin et Tongzon, 1998), l'acquisition des équipements est très couteuse, les grues de quai (*Quay crane*) sont évaluées à 8 millions de dollars américain (Slack 2001), une sous-utilisation des équipements engendre un manque à gagner (*capital loss*) et des coûts supplémentaires de recourir au terminal, qui causent des retards au navire (mesuré par le ratio de *turnaroundtime*), et par conséquent, un manque à gagner au consommateur final (Tahar et Hussein, 2000).

Certains auteurs limitent leurs approchent de mesure de performance à l'approche financière, selon Leonardo, la performance peut être mesuré à partir de la perspective "valeur ajoutée" (*value added perspective*), qui est définie comme étant une différence entre le revenu du terminal et le coût du terminal, UNCTAD² (CNUCED en français) à présenter dans un tableau un ensemble d'indicateurs de performance selon les deux approches : financière et opérationnelle, une telle distinction peut servir de référence (Marlow et Casaca, 2003), d'autres préfèrent le calibrage de performance par comparaison des ports tout en les mettant dans des boules homogènes (homogénéisation catégorique), une tâche qui n'est pas du tout simple (complexité des ports), (Valentine et Gray, 2000), l'évaluation de la performance par le calcul de la productivité (Tabernacle, 1995; Bendall et Stent, 1987; De Monie, 1987) est tout de même traditionnelle, un certain progrès en la matière est notable, les approches économétrique, holistiques baptisées *Data Envelopped Analysis* (DEA) et *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) commencent à se répandre dans le milieu scientifique (Culliane et al, 2004 ; Saches et al, 2002).

¹International maritime dangerous cargo

²United Nations Conference on Trade and Development.Ad-Hoc Expert Meeting 2012.

En effet, les ports sont diverses, et se positionnent dans un maillage de ligne spécifique, il existe des ports « hub » dont le trafic se compose principalement de transbordement, d'autres sont des « gateway » leur trafic est formé de conteneurs directs (import et export), ils se situent à l'entrée du hinterland, comme il existe des ports mixtes, dont le trafic est partagé entre transbordement et directs, (Alain CHAMBREUIL, CETMEF, 2011)³, ainsi le Port Tanger Med est un hub dans la mesure où il réalise un trafic élevé de transbordement franchissant les 90% du trafic manipulé, le Maroc détient désormais un avantage comparatif en la matière principalement gagné du fait de sa position géostratégique portant sur les deux façades de la Méditerranée et de l'Atlantique. Pour rappel, le transbordement est un système qui consiste à transborder des conteneurs d'un navire à un autre, certains parlent de transbordement « relais » dans la logique où le système cherche l'optimisation des grand flux globaux, le transbordement se fait d'un navire mère à un autre navire mère, tandis que certains d'autres évoquent le système *hub & spoke*, lorsque le transbordement se fait d'un navire mère qui distribuent ses cargos à des feeders c'est-à-dire à des navires nourriciers dont le périmètre est restreint géographiquement.

A l'heure actuelle, le trafic des conteneurs dans le monde a plus que doublé par rapport aux années nonante, il atteint à peu près les 550 millions d'EVP par an⁴, contre seulement 300 millions de conteneurs en 2005 (Cranic et Kim 2005), les ports cherchent à s'imposer en tant que centres de transbordement, dès lors, le trafic global demeure géopolitiquement concentré, les ports américains de Los Angeles et Long Beach, les ports Européens détenus principalement par Hamburg, Anvers et Rotterdam, les ports asiatiques (Coréen, Chinois, Japonais, Singapour) les ports méditerranéens (Valence, Barcelone, Algésiras, Gioia Tauro, récemment Tanger Med). Ces ports sont désormais des centres de transbordement, ils sont redevable de répondre à un ensemble de mesure de sûreté et sécurité, norme d'ISPS, comme ils doivent veiller au respect des normes de l'environnement⁵. (S. Swami, J. Shah, 2013).

La capacité du terminal dépend d'un nombre considérable de variables ce qui fait que l'analyse de la capacité de port demeure dynamique faisant interagir plusieurs éléments interdépendants et spontanés (Bichou et Gray, 2004), qui concernent les décisions stratégiques de l'opérateur maritime, qui tient compte de la localisation du terminal, de la longueur et du nombre de quais, de la profondeur de la mer, de la superficie de la zone intermédiaire sous les grues (apron area), de la superficie de la cour, de la nature des équipements verticales (grue de quai et de cour) et des équipements horizontales (transport interne du terminal), du système de transport choisi, de degré d'automatisation etc. chaque décision impact l'autre. (Vis et Koster 2003).

La capacité est un thème compliquée, la mission de faire ce genre d'analyse est confiée généralement à des consultants experts, les premières analyses se font de type statique basées sur les caractéristiques de la demande et du port lui-même, ces analyses peuvent être différentes avec l'exercice suite à l'influence des facteurs de performance, l'analyse est dite alors dynamique. La performance est imbriquée dans le processus du terminal, elle en dépende, la figure suivante présente un schéma typique du processus :



Figure 1 : Matthew E.H. Petering et Katta G. Murty (2008)

La performance début des opérations (cycle de chargement ou déchargement), la documentation est envoyée au terminal sous formes des EDI qui intègrent le système d'information exploitable à des fins de planification des opérations exécutables et suivi en temps réel, la documentation confirmable est renvoyée à la ligne maritime en fin des opérations,

³Centre d'Etudes Maritimes et Fluviales, République Française, 2010.

⁴Donnée de la banque mondiale sur le trafic mondial des conteneurs dans les ports de globe.

⁵S Swami and J Shah, Channel coordination in green supply chain management, Journal of the Operational Research Society 64, 336–351, (2013)

cette boucle s'étend du moment de l'arrivée d'un navire jusqu'à son départ. La performance renvoie aux concepts imbriqués tels que le nombre de *throughput* annuel (débit), la productivité des engins principalement celle de la grue de quai (point nodal de système de performance), le taux d'utilisations de la capacité quai, yard et gate, la durée d'exécution, la performance du système du transport interne (*prime route*) etc.

3 CADRE CONCEPTUEL ET METHODOLOGIE

Pour évaluer la performance du terminal, nous proposons d'appliquer le modèle analytique UNCTAD⁶ 2012. Cette méthode empirique propose d'analyser la capacité du terminal en fonction d'un nombre de facteurs sous-jacents de la performance opérationnelle. Carle A. Thoresen⁷ dans son principal ouvrage propose d'ores et déjà les critères de base de la performance à prendre en considération dans les modèles d'analyse de la capacité d'un terminal à conteneurs.

Il nous est apparu d'emblée que l'exploitation du modèle d'analyse de l'UNCTAD présente l'avantage de fournir un cadre d'évaluation de la performance du terminal. La capacité ne doit pas être perçue comme statique c'est-à-dire que le changement ne peut être introduit facilement qu'en moyen de lourde charge d'investissement, que son calcul se limite en avant-projet, elle est bel et bien dynamique et dépendante des facteurs de production (Dundović & Hess, 2005), par exemple le taux de rotation (*dwell time*) des conteneurs peut modifier largement la capacité (Filip Merckx, 2005), cette dernière reste évolutive, elle change dans le temps ! La capacité d'un terminal se réfère au système complexe, la méthodologie de système dynamique permet d'étudier les relations dans le système par l'approche cause effet (Forrester 1961, 1968 ; Senge 1990, Sterman 2000), exemple de modèle Causal Loop Diagram (Deepankar Sinha, 2012).

En effet, nous proposons d'évaluer la performance du port (terminal) par la capacité à l'aide des modèles de simulation développé par UNCTAD. Le concept composite de la capacité est une approche adaptée à l'activité portuaire, la structure du modèle est présentée en deux étapes : la simulation de quai et la simulation de yard. Le premier niveau agrège le nombre de facteurs propre aux processus d'opération dans la zone de quai, le second niveau agrège les facteurs de performance propre à la zone des activités au parc de stockage.

Les facteurs de performance s'appuient sur des variables d'action que le management exploite en vue de prendre des décisions, ils (facteurs) deviennent alors des indicateurs de performance. Selon Monfort (2011), la capacité peut être définie comme le débit (trafic) maximum que le port peut performer dans un scénario donné⁸. La capacité représente le meilleur ou le maximum niveau d'exploitation (*best operating level*) des installations portuaires (Gaither et al 2004). La capacité est définie comme (Chase et al 2004) : Niveau d'exploitation = Capacité utilisée / Niveau maximum d'exploitation. Le seuil de la capacité diffère suivant l'approche de mesure adoptée (Thoresen, Forrester, Sterman, Senge...). Le concept de la capacité a évolué dans le temps, il y a une extrémité d'indicateurs de performance pouvant interagir dans le concept de la capacité, les modèles UNCTAD ont évolué en fonction des développements de l'industrie portuaire et maritime.

Le modèle s'inscrit dans le cadre des approches empiriques, UNCTAD a développé le modèle de 1985 et il y a été considéré : le débit annuel, la productivité du terminal, le coût et la taille des installations portuaires et principalement la qualité du service. Le modèle de Frankel 1987 préconise l'importance des quatre principales considérations dans la capacité du terminal : la demande totale de conteneurs (débit), l'air requise, le système du transport adopté et le coût du système. Le modèle de Niswari 2005 assume que la capacité du terminal est déterminée par les mouvements du quai, basé sur le trafic annuel⁹. Les modèles des auteurs dans le cadre de l'UNCTAD proposent d'intégrer dans le modèle de simulation toutes les variables susceptibles d'influencer la capacité et de prendre ainsi en compte l'évolution du domaine des ports et terminaux à conteneur. Notre étude tente d'évaluer la performance du terminal par la mise en pratique des modèles d'analyse de la capacité, ces derniers seront appliqués sur notre cas d'étude : le port Tanger Med dans sa phase I.

⁶Ana, Soberón, the Capacity in Container Port Terminals, UNCTAD, 2012.

⁷Thoresen Carl A. "Port Designer Handbook: Recommendation and Guideline", Thomas Telford Publishing, pp. 304-333 2003, 2003,

⁸Monfort et al, Seaport Capacity Handbook: Application to Container Terminals, Valencia Foundation, 2012.

⁹K.Loke, A. Kader, A. Zamani, Conceptual framework for the evaluation of container terminal's expansion by marginal approach, The International Conference on Marine Technology, 2010.

3.1 INDICATEURS DE PERFORMANCE

DÉBIT ANNUEL (*THROUGHPUT*):

Le concept du débit annuel est le plus important dans la mesure où il détermine la performance globale du terminal, le volume est exprimé en mouvement comme en EVP (*Equivalent vingt pieds*), généralement il est subdivisé en plusieurs types de trafic (Import, Transbordement, Vide, Plein, Frigorifique, Dangereux...)

LE NIVEAU DE SERVICE :

Les lignes maritimes perçoivent la qualité de service en fonction de la somme à payer chaque fois que leurs navires séjournent au port (terminal), et de la durée d'escale. La qualité perçue est fonction décroissante du délai de service. Le niveau de service se calcule à partir du quotient suivant:

$$\text{Durée d'escale (T) / Volume par navire (Q)}$$

La durée d'escale est la somme des quatre variables temps suivantes :

- o Durée d'attente (*anchorage*).
- o Durée de pilotage (*pilot station and sailing time*).
- o Durée des activités lamanage (*mooring and lashing*).
- o Durée de service (*berthing time*).

TAUX D'UTILISATION DU QUAI (*BERTHING OCCUPANCY – BO*):

La longueur du navire et sa durée de séjour dans le terminal sont nécessaires au calcul du taux d'occupation du quai, la formule ci-après permet de déterminer le taux d'occupation:

$$\text{Taux d'utilisation} = \text{Somme (Longueur du navire} \times \text{durée de service)} / (\text{Longueur du quai} \times 24 \text{ heures} \times \text{chaque jours du mois})$$

Le taux d'utilisation détermine le rapport de la capacité opérative du quai sur sa capacité théorique (physique) en mètre d'heures, le terminal ne peut se fier seulement à la variable temps pour déterminer l'occupation du quai mais également à la variable distance (des navires), il est aussi important de prendre en considération la marge entre navire.

TAUX D'UTILISATION DU PARC (*YARD OCCUPANCY*) :

Le taux d'utilisation de yard définit le pourcentage de la capacité réelle sur celle opérative, le terminal saura à travers à combien il est de sa pleine exploitation pour un débit donné.

3.2 MODELE DE SIMULATION DE LA CAPACITE DE QUAI (*BERTH CAPACITY*):

Le cadre mathématique du modèle bord de quai se présente ainsi :

$$\text{Berthing Capacity} = (\text{BO} \times \text{CI} \times \text{GCP} \times \text{Hrs} \times \text{TEU Factor})$$

- **Variable expliquée : Fonction objective de la capacité de quai:**

BC pour Berth Capacity représente la capacité du bord à quai.

- **Variables explicatives ou Contraintes :**

BO : *Berth Occupancy (utilization)* est le taux d'utilisation de quai.

CI : *Crane Intensity* représente en moyen le nombre de portique en service dans un navire donné.

Hrs : *Hours* se réfère au temps de service du terminal.

GCP : *Gross Crane Productivity* est le facteur d'excellence du port, c'est la productivité des portiques.

Teu factor : facteur équivalent vingt pieds, unité de mesure des conteneurs en 20 et 40 pieds.

La simulation de la capacité du quai doit nécessairement être complétée par la simulation de la capacité du parc, le volume de conteneurs accueilli du quai aurait à rester pour une période déterminée dans la cour du terminal.

3.3 MODELE DE SIMULATION DE LA CAPACITE DE YARD:

La capacité du terminal dépend largement des engins utilisés dans le parc, la configuration du yard y diffère largement suivant le système du transport interne.

CRENEAUX DE STOCKAGE (STORAGE SLOTS) :

Le cadre mathématique de l'analyse de la capacité de yard se présente ainsi :

Teus visits = $TGS^* \times \text{Stacking density} \times \text{Stacking Height} \times 365 \text{ (jours)} / \text{Dwell time (jours)} \times \text{peak factor}$

TGS : *total ground slots*, les créneaux disponibles au niveau de terre-plein.

Dwell time : délais de séjour de conteneur.

Stackingheight : hauteur de la pile, combien de conteneur peut-on empiler en hauteur.

Stackingdensity : densité d'empilement des conteneurs

Peaking factor : facteur de crête permet de savoir le facteur de plus grand volume que le terminal peut réaliser.

La notion de facteur de crête est cruciale, afin de satisfaire au mieux les besoins des clients, la capacité doit se conformer à la saisonnalité mesuré par le facteur de crête (*peaking factor*) et non sur la demande moyenne, dans ce sens, la théorie de contrainte écrit par Goldratt & Fox dans leur ouvrage intitulé « le but » parte du principe que la capacité de la *supply chain* est gouvernée par le maillon le plus faible (goulot d'étranglement), la performance du système passe par la maîtrise du maillon critique (approche de chaîne critique), la surproduction dans certaines autres zones n'est pas souhaitable, il finira par un gâchis dû au goulot non maîtrisé, la théorie cherche à identifier la contrainte et de maîtriser les optimisations locales.

4 RESULTATS

Dans cette section, nous allons présenter les principaux résultats empiriques de l'analyse de la capacité et des principaux indicateurs de performance du terminal Tanger Med I.

4.1 PRÉSENTATION DU PORT TANGER MED

Le port Tanger Med est une plateforme logistique et multimodale ambitieuse, abritant entre autres terminaux et zones logistiques¹⁰, quatre terminaux à conteneurs, de dimension mondiale importante.

Le port jouit d'une situation géostratégique exceptionnelle, situé sur le détroit de Gibraltar, donnant une acuité de connectivité intercontinentale, au croisement des grandes routes maritimes et de commerce international, entre l'Europe de l'Ouest, l'Afrique de l'Ouest et de l'Est et l'Amérique du Nord, inséré dans l'état d'esprit de production en juste à temps.

En 2001, Le projet « Tanger Med » a vu le jour, après l'abandon du projet « Tanger Atlantique ». En 2002, la zone portuaire est confiée à l'agence spéciale (*Tangier Med Special Agency* de l'acronyme TMSA)¹¹, l'enceinte portuaire comprend

¹⁰ Le complexe portuaire Tanger Med comprend, outre l'autorité portuaire et les terminaux à conteneurs (Capacité ≈8 millions de conteneurs/an) : la gare maritime, le terminal roulier (RoRo et TIT : 700 000 camions/an) et passagers (7 millions de passagers/an), le terminal vrac et divers, le terminal à véhicule (1 millions de véhicules/an), le terminal hydrocarbure (5 millions de tonnes/an), la zone franche logistique "Medhub", des zones Offshoring, le Centre Tertiaire Intermodal (CTI).

¹¹ Texte portant création de Tanger Med (Décret loi n°22.02.644 du 10 Septembre 2002 publié au BO 5040 ; page 1001). La société Tanger Med (TMSA) est subventionnée via la fiscalité. Les articles 12 et 13 de loi stipulent que : Art. 12 : Sont exonérés des impôts d'Etat les revenus de la société liés aux activités qu'elle remplit au nom et pour le compte de l'Etat. Art. 13 : La Société est exonérée de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) par l'ensemble de ses actes, activités ou opérations.

100 ha délimité par deux digues l'une principale de 2028 m, l'autre secondaire de 570 m, le terminal transbordement est de linéaire de 1600 m confié à deux principaux opérateurs APM Terminal (Maersk) et Eurogate Tanger SA en association avec CMA CGM et MSC pour une durée de concession de 30 ans pour les deux géants du « conteneur », la profondeur de quai est variable (-18 m, -16 m, -12 m). Il est à rappeler que la mise en opération ne s'est faite qu'en 2007 pour le premier terminal et 2008 pour le deuxième, l'activité effective n'est comptée qu'une année plus tard pour les deux terminaux, l'accès à l'hinterland passe par l'autoroute de 53 m et d'une voie ferrée de 45 m vers Tanger ville.

Par ailleurs, il est fort signalé que le projet ne manque pas de critique, certains experts de domaine de l'ingénierie navale et maritime évoquent « la brochette des erreurs » tels que l'incompatibilité de transbordement avec le trafic des passagers (constaté en 2004), la petitesse du bassin de 100 ha, le caractère non évolutif du projet Tanger Med I, l'erreur monumental d'adosser un poste pétrolier à l'extrémité de la jetée principale proche de la passe d'entrée du port, ces erreurs ont propulsés les responsables du projet à corriger par la séparation du projet de transbordement Tanger Med I du passager Tanger Med I bis et la mise en œuvre d'un troisième terminal transbordement Tanger Med II dédié à Marsa Maroc (faisant les choses à l'envers ne passe pas sans faute !), nous recommandons de lire l'article Conteneurs au Maroc de Najib Cherfaoui, ingénieur des ports et chaussées¹².

4.2 PERFORMANCE DU TERMINAL TANGER MED

Le trafic des conteneurs traité (Fig.2) à Tanger Med (Phase I) s'est amélioré d'une année à l'autre. Le trafic concerne majoritairement le transbordement dans l'Ouest de la Méditerranée, la bonne performance est due notamment aux principaux armateurs opérant à Tanger Med à savoir : Maersk Line, CMA-CGM/Delmas, Hamburg Sud, Hapag Lloyd., ARKAS, etc¹³.

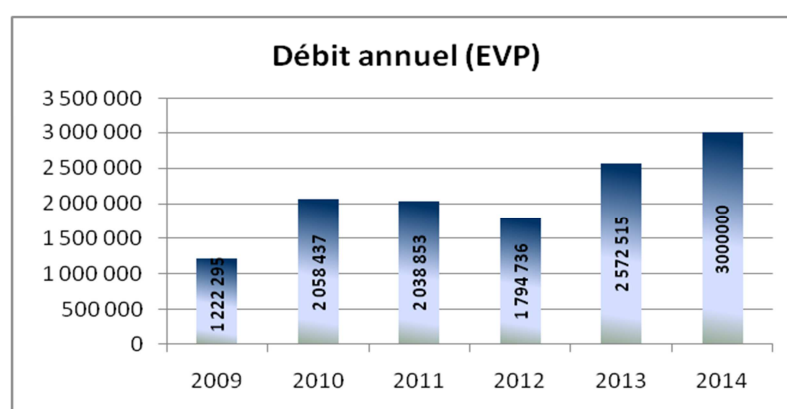


Figure 2 : Trafic des terminaux à conteneurs Tanger Med I

Source: Pour 2009-2011: "Containerisation International Yearbook", (2004~2012). Pour 2012, "Top 100 ports 2013 of Containerisation International". Pour 2013 et 2014, site web officiel de l'autorité portuaire : <http://www.tmpa.ma>

Dans l'industrie portuaire la performance d'un niveau de volume dit débit est envisagé dans une perspective de productivité du terminal, la productivité est contingente, imbriquée dans le processus global du terminal, la productivité du terminal concerne le rendement en nombre de mouvements par heure de la grue de quai, quand la grue de quai est performante c'est-à-dire qu'elle permet d'exécuter un nombre donné de mouvement en moindre temps, c'est que le terminal utilise à bon escient les équipements, ils sont alors efficace et efficient. Ce critère est très bien apprécié dans l'approche de satisfaction de client puisqu'il impacte explicitement le critère de *turnaround time*, temps de rotation de navire dans le port (terminal). A Tanger Med, les données recueillies de l'autorité portuaire sont nettement positives, la productivité

¹² Najib Cherfaoui, conteneurs au Maroc : De 1942 à 2060. *Maritime news*, 2014.

¹³ www.tmpa.ma

peut atteindre peu ou prou 30 mouvements par heure¹⁴, un chiffre qui répond parfaitement au standard international en la matière.

Le management du terminal s'intéresse également au délai de séjour des conteneurs (sans confondre avec le délai de séjour du navire), c'est l'une des variables les plus fines et les plus sensibles de l'analyse de la capacité *Yard*, une baisse dans le délai de séjour par exemple engendre un effet inverse c'est-à-dire une augmentation surprenante dans la capacité du terminal, les *shipping lines* qui arrivent à réduire le délai de séjour des conteneurs au maximum bénéficieront des franchises appliquées généralement dans les contrats ce qui leur protègent des coûts de retard et surestaries.

Le niveau de service détermine la qualité du service perçu par les clients « *shipping lines* » ou tout autre utilisateur, il est considéré de deux façons :

- Par le montant total à payer chaque fois que le navire héberge le terminal ;
- Par la durée d'escale et le nombre des conteneurs à exécuter ; (voir ci-dessous).

$$L_{sv} = T/Q$$

$$T = T_r + T_m + T_s$$

$$T/Q = 1/Q \times (T_r + T_m + T_s)$$

We don't consider T_m , so as $T_m = 0$, then,

$$T/Q = 1/Q \times (T_r + T_s)$$

$$\text{so } T/Q = T_s/Q \times (1 + (T_r/T_s))$$

$$\varepsilon = T_r/T_s \text{ \& } P = Q/T_s$$

with:

L_{sv}	Level of service
T	Call duration
Q	Parcel size per vessel
T_r	Mooring (inc.lashing) time
T_m	Manoeuvring time
T_s	Service time (exl. mooring)
P	Vessel Productivity
ε	Relative waiting time

Notre application montre un niveau de service qui varie de 0,08 à 0,10 qui correspond au niveau de qualité AB selon la matrice de Monfort. Hormis le critère financier, les résultats se montrent satisfaisants quant à ce critère de qualité (temps d'hébergement et débit).

4.3 MODÈLE DE SIMULATION DE QUAI

Actuellement l'information pertinente est un aspect important du succès d'un travail, se procurer des données est tout de même une affaire corsée, pourtant de fil en aiguille, lorsqu'en se les procurant, leurs explorations à des fins d'aide à la décision est tout bonnement fabuleux.

4.3.1 DONNÉES ET HYPOTHÈSE DU MODÈLE

Nous avons collecté les données nécessaires à partir de différentes sources : communiqué de presse, journaux et internet. La compilation de ces données qui sont à la base diffusées au large public est très utile à la recherche scientifique :

- Temps de service de navire

Vessel Turnaround time (T)	16
Calls (C)	2000

Figure 4 : temps de service du navire au port Tanger Med, source : internet

Un changement au niveau des données de base devraient fluctuer davantage les variables ci-dessus. Le *turnaround* time (T) est un sérieux indicateur de performance, la satisfaction des clients dépend de cet indicateur. Un temps rapide de *turnaround* des navires à des conséquences positives sur la perception de la qualité, il indique que le port ne souffre pas de

¹⁴www.tmpa.ma

congestion qui peut causer des ruptures au niveau de la chaîne globale, ce taux de rotation de navire est très significatif également pour le management du port puisque l'effort consenti en matière de sa diminution engage tout le processus de production du port et terminal à conteneurs.

- Capacité physique (mètre d'heure) :

La capacité du quai terminal dépend de sa capacité physique et opérative, dans notre modèle la capacité théorique pour le terminal Tanger Med est de :

Berth lenght/terminal (meter)	1 600
M.hrsCapacity (Year) (meter hour)	*14 016 000
<i>*1600m x 365j x 24h</i>	

La capacité opérationnelle est reprise du total des mètres heures pour chaque navire, cette donnée peut être estimée de :

- Capacité opérative (mètre heure):

Vessel lenght (estimé) (L)	300
M.hrsCapacity (Year)	*9600 000
<i>*2000 (C) x 16(T) x 300(L)</i>	

Le taux d'utilisation correspond au ratio : Cap Op/Cap Th.

- Taux d'utilisation (%)

Sum(Vessel Lenght x Berthing Time) / (Berth Lenght x 24 hours x every days of the month)

Per Meter Hours	*68%
<i>*9 600 000/14 016 000</i>	

4.3.2 SIMULATION QUAI (EN EVP)

En appliquant le modèle de simulation en fonction des données et résultats obtenus de la capacité et de l'occupation du quai, nous obtenons :

Data		
Lenght	1600	Meter
Turnaround	16	Hour
Vessel lenght	300	Meter
Moves per hr	30	Meter/Hour
Crane Intensity	3,2	Number
Service hr	24	Hour
Teu factor	1,5	Ratio
Calls	2000	Number
Th Cap	14016000	Meter Hour
Op Cap	9600000	Meter Hour
Berth Utiliz	68%	Percentage

Figure 5 : Indicateur de performance pour le calcul de la capacité du quai en EVP.

Simulation		
Berth Cap	2 367,12	Teu/Day
Berth Cap	864 000,00	Teu/Year
Quay nbr	4,00	Number
Teu visit quay cap	3 456 000,00	Throughput

Figure 6 : résultat de simulation de la capacité de quai (en fonction des variables du terminal Tanger Med I)

Les résultats s'applique à un seul poste, l'installation portuaire est convenable pour 2 postes dans chaque terminal, le deuxième terminal est proche de la roche montagneuse, la profondeur y est très bas, la possibilité pour l'utilisation d'un 5^{ème} poste y est compatible à très faible taux d'opération, il est généralement dédié aux petits navires (*feeders*). A quatre postes, le résultat final est multiplié à quatre, la capacité étant alors de 1,5 million chaque terminal, ce résultat demeure relatif, la nature commerciale de chaque port diffère, la capacité étant un peu en faveur du premier terminal, 3 millions EVP correspond à 2 millions mouvements, cette capacité nécessite 16 portiques dispersés sur la linéaire de quai, selon les normes un portique sur 100 mètres de linéaire, donc 2000 mouvements par mètre par an. Les résultats montrent que le terminal Tanger Med peut dépasser la capacité nominale déterminé initialement par les responsables du projet, le résultat est prouvé d'or et déjà puisqu'au moment de notre écriture de cet article, le terminal a battu le record en franchissant la barre de 3.000.000 EVP¹⁵.

4.4 MODELE DE SIMULATION DE LA CAPACITE DE YARD

La zone *yard* est dédié au stockage de conteneurs dont certains espaces réservés pour l'administration, cantine, ateliers de maintenance, guérite pour camions, parking, voies de circulations etc. En termes de chiffre Tanger Med s'étend sur 80 hectares dont seulement la moitié reste réservé à l'empilement (agencement) des conteneurs. La formule du modèle étant : $V_{\text{teu}} = (TGS \times H \times D \times 365j) / (Pf \times Td)$, dont :

V_{teu} : Teus visits

TGS : Total ground slot = bays x rows

H : Height ;

D : Density;

Pf : Peaking factor;

Td : Dwell time;

- Application:

Le terre-plein des deux terminaux de Tanger Med comprend plus ou moins 2000 fenêtres de 7 rangs disposés au front de mer, soit un Total ground slots de 14000 cellules, avec une capacité de gerbage à hauteur de 5 étages, on parvient à peu près à une capacité maximale physique de 70000 cellules EVP (slot teus), si on considère un taux d'occupation (densité) de 80% due à des raisons d'ordre opérationnel (sécurité, confort de manipulation, visibilité du conducteur etc.), la capacité stabilise autour de 56000 cellules. Seuil à ne pas franchir sous peine d'entraver la dynamique des flux en amont et en aval¹⁶.

¹⁵ <http://www.tmpa.ma/le-port-tanger-med-depasse-sa-capacite-maximale-et-bat-un-nouveau-record-il-franchit-la-barre-des-3-millions-de-conteneurs-evp-en-2014/>

¹⁶ Najib Cherfaoui, conteneurs au Maroc : De 1942 à 2060. *Maritime news*, 2014.

Data	
Bays	2000
Row	7
Height	5
Yard Cap	
TGS	14000
Phy. Cap	70000
Density	0,8
Slots Operational	56000

Figure 7 : Capacité physique et opérationnelle de terre-pleins de Tanger Med

Pour calculer la capacité annuelle, il faut considérer dans un premier temps cette capacité dans chaque jour soit (numérateur de la formule de simulation), mais puisque le conteneur séjourne dans le terminal pour une certaine période en jours et qu'il faut intégrer le facteur de crête qui correspond à la saisonnalité (dénominateur de la formule), la capacité maximale est alors différente selon principalement ce délai de séjour, le tableau suivant figure la simulation suivant la variation de délai de séjour :

Délai de séjours	Simulation teu Visits	Simulation Cntr Visits
4	4258333	2838889
5	3406667	2271111
6	2838889	1892593
7	2433333	1622222
8	2129167	1419444

Avec numérateur de la formule : 56000×365 ; dénominateur de la formule : $\text{délai de séjour (variable)} \times \text{peaking factor } 1,2$.

Figure 8 : Simulation de la capacité en nombre de conteneurs evp

Les résultats de la simulation montrent que la capacité est intimement liée à la variation de délai de séjour, ce dernier est cependant différents en chaque catégorie de conteneurs, les frigorifiques hébergent dans le yard pour une durée très rapide en moyen de 3 jours, les vides hébergent pour une longue durée plus ou moins dépassant une dizaine de jours, les pleins domestiquent pour une durée de plus ou moins 5 à 7 jours et ainsi de suite.

5 DISCUSSION

Dans cet article, nous avons simulé la performance du terminal à conteneur, à travers trois principales rubriques :

- Indicateurs clé de performance dans un terminal à conteneur ;
- Modèle de simulation de la capacité de quai ;
- Modèle de la simulation de la capacité de yard ;

En regard du point i, les indicateurs de performances tels que le trafic annuel, nombre d'escales, productivité de portique et délais de séjour sont protagonistes dans l'évaluation de la performance, d'une part ils permettent de positionner le terminal par rapport à ces concurrents, d'autre part ils présentent des outils de base d'aide à la décision.

Le trafic annuel est exprimé en unité de mesure équivalent vingt pieds qui peut être traduite en nombre de boîtes mouvementées en raison de facteur EVP, le trafic ou *throughput* dépend des facteurs exogènes à notre analyse tels que la localisation du terminal, profondeur du quai et de conditions économiques et territoriales mais il dépend également de la capacité du quai, du yard, de productivité des grues de quai etc. ce sont des variables endogènes à notre analyse. Le trafic à Tanger Med s'est augmenté vertigineusement, il commence à franchir désormais le seuil de la capacité du terminal, les exploitants d'or et déjà pensent au projet d'expansion du terminal.

Notre expérimentation montre qu'un nombre plus élevé d'escales n'accroît pas forcément le volume de trafic, plusieurs articulations s'ajoutent à l'analyse de la performance : le type du navire par exemple peut impacter davantage le trafic annuel, le terminal peut réaliser moins de mouvements avec un nombre plus élevé d'escales, et vice versa, bien que cela reste dépendant des caractéristiques dont jouit chaque terminal, notamment en termes de profondeur. L'obliquité du bassin à Tanger Med I depuis coté montagne oblige l'exploitant du terminal dans ce cas TC2 d'allouer indéniablement certains

postes du quai aux nourriciers dont le tirant d'eau est réduit et de préserver les autres postes de quai qui profitent d'une meilleure profondeur aux navires mères, par ailleurs TC1 est mieux positionné géographiquement, son bassin lui offre une situation plus confortable pour accueillir plus des navires mères que nourriciers et qui génèrent éventuellement plus de trafic en moins d'escales.

La productivité de la grue de quai représente la colonne vertébrale du système de la performance d'un Terminal à Conteneur, elle est imbriquée dans le processus logistique des ports à conteneurs, une mauvaise productivité engendre des contre-performances qui incitent à s'interroger sur les optimisations dont il faut y procéder c'est-à-dire au niveau maintenance (préventive et curative), opération (maîtrise des process et cycles de manutention, turn-over...) et de personnel (gestion des compétences, formation et polyvalence...). La productivité au port Tanger Med I varie du quai 1 à quai 2, il est plutôt supérieur en TC1 qu'en TC2, pourtant cela ne veut pas dire que l'un est meilleur que l'autre puisque le service, l'enjeu et les variables sont nettement différents l'un l'autre.

En regard du point ii, au premier abord, nous avons mis en relief les variables qui entrent en jeu dans la détermination d'occupation du quai, l'unité de mesure mètre d'heure reliant distance et temps, traduit véritablement la capacité du quai, un navire séjourne en un certain temps et occupe une certaine distance métrique dans le quai. L'enchaînement des activités des vaisseaux est fondamental, les paramètres temps sont enregistrés dans des bases de données, ils sont reproduites dans les analyses et interprétations.

En deuxième abord, nous avons appliqué la simulation de la capacité de quai sur notre expérimentation. Bien que la simulation s'appuie sur des valeurs estimées ou simulées, dans notre cas nous l'avons appliqué en fonction des valeurs déterminés à partir de l'exercice de ces terminaux, cela nous a permis d'identifier au travers de la formule de simulation la capacité actuelle du terminal, la capacité n'est pas statique, elle n'existe pas en tant que telle, elle est contingente et variable, elle varie en fonction d'un nombre considérable de facteurs et variables. Il est toutefois très important de souligner que notre simulation s'appuie sur des indicateurs de performance attachés à des variables d'action c'est-à-dire qui permettent à l'entreprise de réagir dans l'immédiat. On reconnaît la capacité du quai à travers le service de la grue de quai (mouvements moyen par heure ou *GCP*), l'occupation de quai (qui se base sur les temps des activités de navire), le service du terminal, le facteur EVP. Les terminaux peuvent ainsi réagir dans l'immédiat au niveau des ressources dont ils disposent afin de hausser les cadences, éviter les congestions ou surmonter des obstacles bref atteindre les objectifs. Par exemple le terminal peut augmenter la productivité de grue (indicateurs de performance) en baissant le temps de service de navire (variable d'action) par des actions telles que mettre en œuvre des plans de formation et/ou de polyvalence, augmenter l'effectif (recrutement), amoindrir le temps de réparation des pannes des engins, réduire les incidences de sinistre, améliorer les process logistiques pour servir à bon escient les portiques etc. Les variables de la simulation aideront à la création des tableaux de bord qui serviront à la prise des décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles. En effet, lorsqu'on a pu savoir la capacité du quai pour un poste, il nous a suffi de déterminer le nombre de poste dans le terminal pour déterminer la capacité annuel au long du quai. On peut constater que le résultat de la simulation est plutôt supérieur par rapport au trafic réalisé réellement, ceci reste logique puisque dans la simulation nous avons utilisé les meilleurs scénarios des valeurs moyennes de productivité, d'occupation, d'intensité et de facteur EVP.

En troisième abord, nous avons mis l'accent sur la qualité de service en tant qu'indicateur de performance qui diminue et augmente en fonction des variables d'action. Son identification en tant que facteur lié aux process pourrait permettre au terminal d'intervenir par la mise en place des plans d'optimisation en agissant sur ses variables d'action, celles des différentes durées des activités de service de navire et des quantités de travail attribué. Cependant, il en résultait remarquable que le niveau de service dans notre expérimentation selon la matrice de Monfort est similaire dans les deux terminaux et ce malgré les divergences en termes d'objectif de productivité ce qui corrobore nos dires précédents, les facteurs de contingences se différencient largement en dépit des apparences de similitude.

Finalement en regard du point iii, le modèle de simulation du parc est attaché au modèle de quai, le nombre de conteneur simulé à accueillir depuis les vaisseaux auront à rester pendant une période stocké dans le parc avant de repartir vers une nouvelle destination suivant qu'ils soient à transborder vers un autre navire ou à franchir la guérite du terminal (Import/Export). Le *dwell time* sert au linkage, il correspond à la durée de stockage du conteneur dans le parc, les conteneurs transbordement séjournent en moyenne entre 5 et 15 jours, les imports et exports (pleins) ne restent stocké que pour une période plus restreinte d'une à 4 journées, les frigos encore moins, généralement les contrats qui lient l'armateur maritime au terminal prévoient des clauses pour la franchise, si le conteneur respecte la durée prescrite dans le contrat aucun tarif de stockage ne serait-ce appliqué sauf le tarif de mouvement s'applique !

Toutefois, la compréhension du principe *Total Ground Slots* (TGS) est primordial, l'unité de mesure est le *slot*, un slot correspond à l'équivalent 20' (EVP), le facteur EVP 1,5 signifie que le nombre des conteneurs 20' étant égale au nombre des 40', la capacité est à priori figée c'est-à-dire elle dépend du TGS qui corresponde au nombre de slots en terre-plein multiplié

à la hauteur de la pile on obtient la capacité physique du terminal et en tenant compte des restrictions opérationnelles on obtient la capacité opérative, alors que la capacité réelle dépende du nombre de conteneur stocké dans le parc ainsi que de délai de stockage, ce dernier fait varier amplement la capacité yard. Le modèle commence par calculer la capacité théorique et opérative, abstraction faite de délais de séjour, puis il intègre le *dwell time* et le facteur de crête en tant qu'ajusteur vu qu'il existe des moments de pic on obtient de la division le taux d'occupation du quai, si ce taux est réduit pour un trafic élevé, c'est-à-dire que le yard est visiblement un peu vide et que le flux est élevé alors le process est bien amélioré, le planning fait un bon travail, contrairement si le yard est plein, le département opération et planning doivent trouver des solutions afin d'éviter les congestions qui peuvent causer du retard aux vaisseaux du côté quai ce qui peut nuire à la qualité de service et donc un mécontentement des *shipping lines* puisque cela peut leur créer des problèmes vis-à-vis de la chaînes de distribution globale et au consommateur final.

REFERENCES

- [1] Alain Chambreuil, Productivité des terminaux à conteneurs, Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales CETMEF. France. Juillet 2011.
- [2] Ana. Martin Soberón. The capacity in container port terminals. UNCTAD. Ad Hoc Expert Meeting on Assessing Port Performance. Palais des Nations Geneva, Switzerland. December 2012.
- [3] Astrini Niswari. Container terminal expansion to build capacity: a case study. Master thesis. Erasmus Universiteit. Faculteit der Economische Wetenschappen. Rotterdam Netherlands 2005.
- [4] ByungJoo Park. Hyung Rim Choi. Development of operation strategy to improve the efficiency for twin automated transfer crane in an automated container terminal. Department of MIS. Dong-A University. Busan. Korea 2007.
- [5] Chuan yu Chen. Wen-Jing Hsu. Shell-Ying Huang. Simulation and optimization of container yard operations: a survey. Center for Advanced Information Systems. School of Computer Engineering. Nanyang Technological University. Singapore 2000.
- [6] Deepankar Sinha. Container yard capacity planning: a causal approach. Indian Institute of Foreign Trade. W.P. No: LD-11-04. April 2011.
- [7] FilipMerckx. The Issue of dwell time charges to optimize container terminal capacity. IAME 2005 Annual Conference 23-25 June 2005. Limassol, Cyprus 2005.
- [8] Fischer A. Les ports maritimes. Essai de classification. In: L'information géographique. Volume 27 n°3. pp. 105-114. 1963.
- [9] Glen Koyama et al. Berth and container yard capacity analysis. Department of Transportation. Harbors Division. April 2012.
- [10] Hong-Oanh Nguyen. Port competition: The chain approach. First international workshop on port economics. December 5-6. Singapore. 2012.
- [11] Mallidis-Dekker-Iakovou-Vlachos-Tsitsamis. Yard management for improving the efficiency of a container terminal. 181-188. Department of Industrial Engineering. Aristotle University of Thessaloniki. MIBES 2009.
- [12] Julien Dubreuil. La logistique des terminaux portuaires de conteneurs. CIRRELT 2008-38. Québec. Canada. Août 2008.
- [13] K.B.Loke. A.S.A.Kader and A.M.Zamani. Conceptual framework for the evaluation of container terminal's expansion by marginal approach. The International Conference on Marine Technology 11-12. BUET. Dhaka, Bangladesh. December 2010.
- [14] Matthew E.H. Petering, Katta G. Murty, Effect of Block Length and yard crane deployment Systems on overall performance at a Seaport Container Transshipment Terminal, 2008.
- [15] M. Kia. E.Shayan. F.Ghotb. Investigation of port capacity under new approach by computer simulation. Computer & Industrial, Engineerings 42 (2002) 533-540. Elsevier Science Ltd. Melbourne. Australia. 2002.
- [16] M. P. M. Hendriks. E. Lefeber. J. T. Udding. Simultaneous berth allocation and yard planning at tactical level. OR Spectrum 35:441–456. Springer-Verlag. Eindhoven, Netherlands. 2013.
- [17] M.P. van Putten. Improving yard deployment efficiency at APM Terminals Rotterdam. Technische Universiteit.Eindhoven. August 2005.
- [18] Nam Kyu Park, BranislavDragović, A case study of container terminal, FME Transactions, Vol. 37, No 4, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2009.
- [19] Neale R. Smith, Rosa, G. González-Ramírez, Pablo Miranda González. An optimization model for the yard allocation problem in a container terminal, 2012.
- [20] Nima Sharif Mohseni. Developing a tool for designing a container Terminal Yard. Master Thesis. Delft University of Technology. RHMD. Netherlands. November 2011.
- [21] Qianwen Liu. Efficiency analysis of container ports and terminals. Phd thesis. Centre for Transport Studies. Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering. University College. London 2010.

