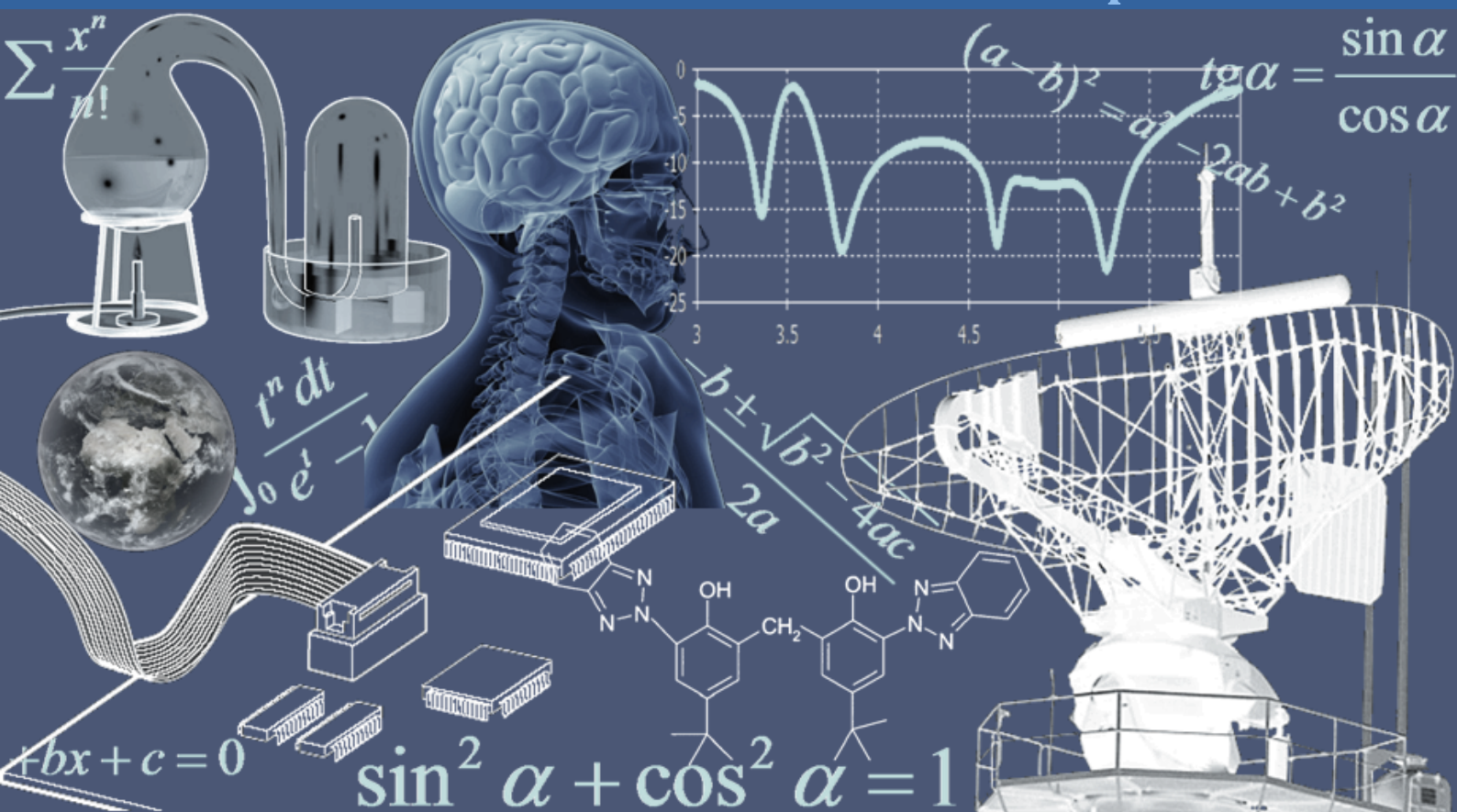


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 12 N. 4 September 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Aspects épidémiologiques des enfants traumatisés de la voie publique et hospitalisé à l'hôpital d'enfant de Rabat, de la région Rabat Salé Zemmour Zaer	769-775
A LA REDECOUVERTE DES LOIS DE LA GENETIQUE CLASSIQUE PAR L'UTILISATION D'UN LOGICIEL DE SIMULATION	776-785
Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets ménagers aux Comores	786-800
Do CEO characteristics affect earnings management? Evidence from France	801-819
Facteurs influençant le profit de la culture de gombo dans les conditions pédoclimatiques et socio-économiques de Lubumbashi en RDC	820-830
Effet d'un programme d'activité physique de 4 mois sur la composition corporelle, la capacité aérobie et le score de la perception de l'effort chez des garçons obèses vs des filles obèses Tunisiens, âgés de 10 à 12 ans	831-839
L'EGALITE DES PARTIES AU PROCES EN DROIT CONGOLAIS: CAS DU TRIBUNAL DE GRANDE INSTANCE DE BUKAVU	840-850
APPORT DE LA CLASSIFICATION HYBRIDE SUR UNE IMAGE IKONOS DANS LA CARTOGRAPHIE DES HABITATS D'UNE ZONE HUMIDE: Merja Zerga (Maroc)	851-863
Improvement of Systems Response of a PID Controller in Underdamped Condition	864-873
Implication of Dowry on the Women of Bangladesh	874-879
Influence des variétés du niébé sur la biologie et la taille de la bruche « africaine », <i>Bruchidius atrolineatus</i> , ravageurs du niébé en zone sahélienne	880-887
Estimation de la recharge d'une nappe côtière en zone tropicale humide: Cas de la nappe du Continental Terminal d'Abidjan (Côte d'Ivoire)	888-898
Sclérose combinée de la moelle diagnostiquée au cours d'une grossesse: à propos d'un cas	899-902
La vision des utilisateurs en secteur de logistique à la norme ISO 9001 version 2008 et au contrôle de gestion et les sortes d'évolution	903-917
Essais de Transestérifications comparées par méthanolyse et éthanolyse de l'huile de palme: Mesure de la densité et de la viscosité en relation avec la structure moléculaire	918-930
Comparison between solution of POCKLINGTON'S and HALLEN'S integral equations for Thin wire Antennas using Method of Moments and Haar wavelet	931-942
L'impact de la salinité sur le comportement hydrique et métabolique d'une variété de Gombo (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	943-953
Comparison of Carbon Monoxide Content of various Local, Imported and International Brands of Cigarettes and Cigar Available in Pakistan	954-960
Using physicochemical variables and benthic macroinvertebrates for ecosystem health assessment of inland rivers of Togo	961-976
Bioécologie de Puceron vert du pêcher, <i>Myzus persicae</i> (Homoptera, Aphididae) dans l'Oasis de Biskra, Algérie	977-981
EVALUATION DE LA RESISTANCE A L'ADVENTICE PARASITE, STRIGA GESNERIOÏDES DES VARIETES EXOTIQUES DE NIEBE [<i>VIGNA UNGUICULATA</i> (L.) Walp.] CULTIVEES AU CAMEROUN	982-990
L'autonomie de la volonté en droit international privé québécois	991-1004
Youth Bulge, a Forecast of Violence in Developing Countries	1005-1014
Computational Modelling of Chromium Steel in High Temperature Applications	1015-1021
Nutritional improvement process for Blue Cibacron bleaching by <i>Coprinus cinereus</i> strain through statistical mathematical methods	1022-1028

Aspects épidémiologiques des enfants traumatisés de la voie publique et hospitalisé à l'hôpital d'enfant de Rabat, de la région Rabat Salé Zemmour Zaer

[Epidemiological aspects of traumatized children of the public road and hospitalized to hospital children's in Rabat, the region Rabat Salé Zemmour zaer]

Houda OUBEJA¹⁻²⁻³, Nesma Nekkal³, Hicham Zerhouni¹⁻², Souad Belamalem³, Amal Haimer³, Mounir Erraji¹⁻², Fouad Ettayebi¹⁻²⁻³, and Abdelmajid Soulaymani³

¹Service des urgences chirurgicales pédiatriques, Hôpital d'enfants de Rabat, Maroc

²Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, Université Mohammed V, Maroc

³Laboratoire de Génétique et Biométrie, Faculté des Sciences de Kenitra, Maroc

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

ABSTRACT: In order to describe the epidemiological profile of trauma victims of road traffic accidents and to determine the risk factors associated with severity of road accidents, a descriptive cross-sectional study was carried out in the pediatric surgical emergencies department of Children's hospital in Rabat, Morocco.

During 2010, the clinical and epidemiological data of 163 patients was gathered from the admission records and then analyzed. The males represented the 67% of all the victims. The days in which recorded the maximum of cases were the working days (645%). Eighty eight percent of the cases occurred within the urban perimeter and the majority (78%) of the victims belonged to that perimeter. The head injuries were the most frequent injury (51.5%), followed by lesions of the lower limbs (47.2%). As for the degree of severity, the children mainly presented moderate lesions (26.8%). The transportation of the victims to the hospital was provided by the families themselves in 43.6% of the times; 28.8% by the public ambulance and 11% of the times by Civil Protection Department.

The delay of reaching the pediatric surgical emergencies department of Children's Hospital in Rabat remained under the mark of one hour for 34.1% of the patients. The outcome was favorable in 92% for cases without sequel and 8% for cases with sequel.

KEYWORDS: road accidents, child, epidemiology.

RÉSUMÉ: Pour décrire le profil épidémiologique des patients victimes de la voie publique et déterminer les facteurs de risque associés à la gravité des accidents de la voie publique, une étude transversale descriptive a été réalisée pour les patients hospitalisés dans le service des urgences chirurgicales pédiatriques de l'hôpital d'enfants de Rabat, Maroc.

Au cours de l'année 2010 des informations épidémiologiques et cliniques ont été collectées à travers une fiche d'admission. Les données réunies ont été analysées par le biais de plusieurs critères permettant de dresser le profil épidémiologique des accidents de la voie publique.

Durant la période d'étude, 163 enfants victimes d'accidents de la voie publique (AVP) ont été colligés à l'hôpital d'enfants de Rabat. Les garçons étaient les plus touchés avec 67,7%. Les patients du milieu urbain étaient les plus représentés avec 88% des cas. Les jours de l'accident qui enregistrent le maximum des cas sont les jours ouvrables (64%). La majorité des victimes de l'AVP ont été référées et sont d'origine urbaine (78%). Sur le plan clinique, les lésions crâniennes prédominent (51,5%), suivie par les lésions des membres inférieures (47,2%). Selon le degré de la gravité, les enfants blessés présentaient

principalement des lésions modérés dans 26,8 %. Le transport des victimes vers l'hôpital a été assuré par leurs propres moyens (43,6%), suivi par l'ambulance publique (28,8%) et la protection civile (11%).

Dans 34,1% des cas, les patients se sont présentés, en moins d'une heure, au service des urgences chirurgicales pédiatriques de Rabat. L'évolution était favorable à 92 % pour les cas sans séquelles et 8 % pour les cas avec séquelles.

MOTS-CLEFS: accidents de la voie publique, enfant, épidémiologie.

1 INTRODUCTION

Les accidents de la route constituent un problème de santé publique par ses conséquences humaines [1-3]. Selon les statistiques de l'OMS, chaque année, 1,2 millions de personnes trouvent la mort sur la route soit plus de 3.000 personnes tuées par jour; en plus de ces tuées, 140.000 sont blessés dont 15.000 personnes resteront handicapées à vie [1].

Chez l'enfant, 260000 décès sont survenus en 2004, secondairement aux accidents de la route et environs 10 millions d'enfants sont blessés ou handicapés chaque année [5]. Au royaume uni, selon le ministère des transports, 2412 enfant sont tués ou sévèrement blessés au cours de l'année 2011 [6]. En France, l'incidence annuelle des accidents de la route était de 420 pour 10000 enfants entre 2003 et 2009 [7,8].

Le Maroc, comme partout dans le monde, enregistre chaque jour un nombre phénoménal d'accidents de la route, avec un nombre de décès plus importants qu'en France, Allemagne, Italie, Turquie ou Espagne [9]. Selon le ministère de l'équipement et du transport, les accidents de la circulation routière au Maroc sont assimilés à une guerre des routes en égard à leur nombre (64715 en 2008) et à leurs répercussions souvent tragiques [10].

Les études épidémiologiques publiées sur les accidents de la voie publique (AVP) au Maroc sont limitées, surtout au niveau des régions qui enregistrent un nombre élevé d'accidents et de victimes selon le Ministère de l'Equipement et des Transports (Casablanca, Rabat, Fès et Marrakech,...).

Dans ce cadre, nous avons réalisé une étude descriptive et analytique sur le profil épidémiologique des enfants traumatisés de la voie publique et déterminé les facteurs de risque associés à la gravité des accidents de la voie publique dans l'hôpital d'enfants de Rabat, Maroc.

2 PATIENTS ET MÉTHODE

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée au niveau de l'hôpital d'enfant de Rabat. Les données de l'étude ont été obtenues par l'exploitation des fiches d'admission des enfants victimes d'accidents de la voie publique de la région Rabat Salé Zemmour Zear durant l'année 2010. Cette région couvre une superficie de 9580 Km², soit 1,3 % de la superficie du Royaume, abritait 1.985.602 habitants. Elle est limitée au Nord par la Région du Rharb-Cherrda-Beni hssen, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, à l'Est par la Région de Meknès-Tafilalet et au Sud par la région de Chaouiya Ouedrigha, d'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (2004) (Haut Commissariat au Plan, 2004(Figure 1).

Les caractéristiques démographiques (L'âge, sexe, milieu, ...) et les caractéristiques cliniques (localisation des lésions, évolution) de tous les patients ont été analysées. Les données ont été saisies sur Excel et analysées par un logiciel statistique(SPSS).

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne et en écart type et les variables qualitatives en nombre et en pourcentage. Le test χ^2 à 5 % est utilisé pour permettre de savoir si une différence entre certaines variables est significative.

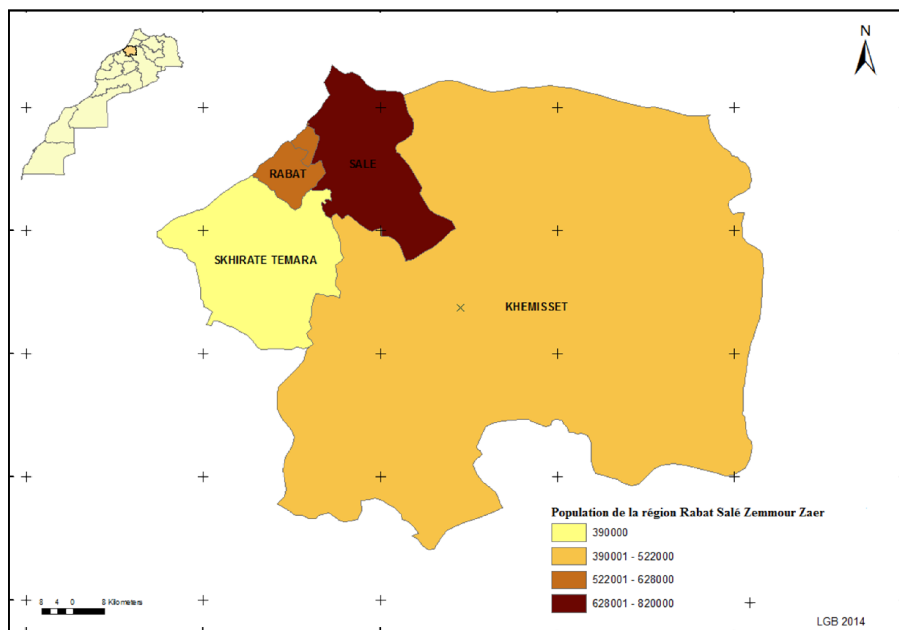


Figure 1 : Situation Géographique et données sur la population de la région Rabat-Salé-Zemmour-Zaer

3 RÉSULTATS

Durant l’année 2010, 163 enfants victimes d’accidents de la voie publique (AVP) ont été colligés à l’hôpital d’enfants de Rabat. Les garçons étaient plus touchés (67,7%) que les filles, avec un sex-ratio de 2,13 (111 garçon et 51 filles), avec une différence hautement significative ($\chi^2=21,3$, $p<0,001$).

Selon les résultats de l’étude, la moyenne d’âge des patients victime des accidents de la voie publique est de $9,2\pm 0,3$, avec des extrémités allant d’un an à 15 ans, avec une liaison hautement significative ($p\leq 0,001$). Le coefficient de dissymétrie (skewness) est de $-0,15\pm 0,2$. Les enfants de 6 à 11 ans représentaient plus de la moitié des victimes des accidents de la voie publique sur l’ensemble des enfants de moins de 15 ans, suivie par ceux de 12 à 15 ans et enfin les enfants âgés d’un an à 5 ans (Figure 2).

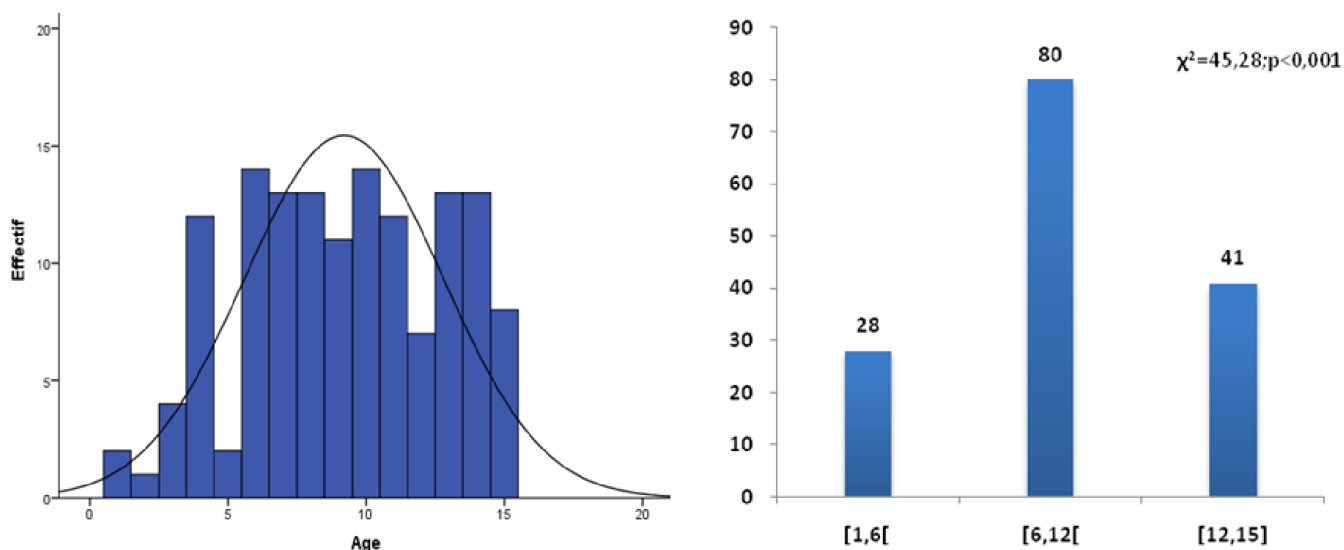


Figure 2 : Distribution des patients victimes des accidents de la voie publique selon les tranches d’âges

Les patients du milieu urbain étaient les plus représentés avec 88% des cas ($\chi^2=70,5$, $p\leq 0,001$). Plus que la moitié de ces accidents sont survenus pendant les jours ouvrables avec 64 cas [figure 3]. Les jours de l'accident qui enregistrent le maximum des cas sont samedi (20%), dimanche (16%) et vendredi (16%) [Figure 4].

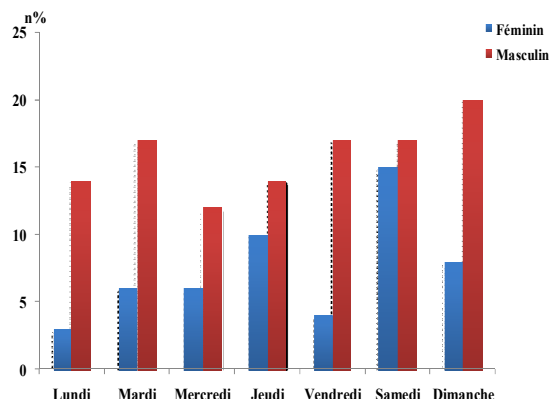
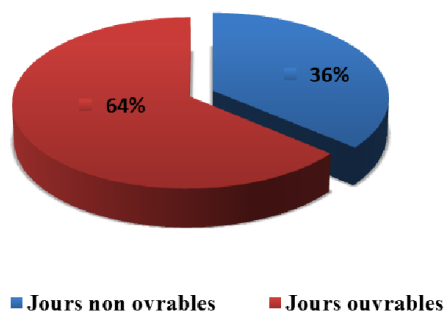


Figure 3 : Répartition des enfants accidentés en fonction des jours ouvrables ou non ouvrables.

Figure 4 : Répartition des enfants accidentés en fonction des jours de la semaine et du sexe.

La majorité des victimes de l'AVP référées, sont d'origine urbaine (78%). Les lésions crâniennes sont les plus fréquentes (51,5%), suivie par les lésions des membres inférieures (47,2%). Selon le degré de gravité, les enfants blessés présentaient principalement des lésions modérées dans 26,8 %. Le transport des victimes vers l'hôpital a été assuré par leurs propres moyens (43,6%), suivi par l'ambulance publique (28,8%) puis par la protection civile (11%) [Tableau 1].

Tableau 1 : Caractéristiques des patients victimes de la voie publique

Variables	n	n%	χ^2	P
Moyen de transport			81,6	<0,001
Moyen propre	71	43,6		
Ambulance publique	47	28,8		
Protection civile	18	11		
Ambulance privée	2	1,2		
Inconnue	28	15,3		
Issue			25,1	<0,001
Traitement ambulatoire	40	24,2		
Référé	6	3,6		
Inconnu	119	72,2		
Gravité			80,4	P<0,001
Lésions modérées	44	26,8		
Lésions sévères	30	18,3		
Lésions mineures	22	13,4		
Lésions graves	7	4,3		
Pas des lésions	3	1,8		
Inconnue	57	34,8		
Localisation			34,1	P<0,001
Crâne	84	51,5		
Face	30	18,4		
Thorax	30	18,4		
Abdomen	23	14,1		
Pelvis/Bassin/OGE	16	9,8		
Rachis	5	3		
Membres supérieurs	26	15,9		
Membres inférieurs	77	47,2		
Cou	2	1,2		
Type de blessures				
Traumatisme fermé	34	20,8		
Plaie	25	15,3		
Fracture	41	25,1		
Luxation	1	0,6		
Entorse	1	0,6		
Ecrasement /Amputation	1	0,6		
Brulure	2	1,2		
Mois de l'année			30,47	<0,001
Janvier	35	21,5		
Février	37	22,7		
Mars	20	12,3		
Avril	31	19,6		
Mai	15	8,6		
Juin	5	3,1		
Juillet	5	3,5		
Décembre	15	9,2		

La période hivernale a enregistré le maximum de cas (56,7%). Concernant le délai entre l'accident et le transfert à l'hôpital, les patients étaient arrivés le plus souvent dans un délai de moins d'une heure dans 34,1% des cas [Figure 5]. L'évolution était favorable dans 92 % des cas, 8 % des cas ont guérison avec des séquelles.

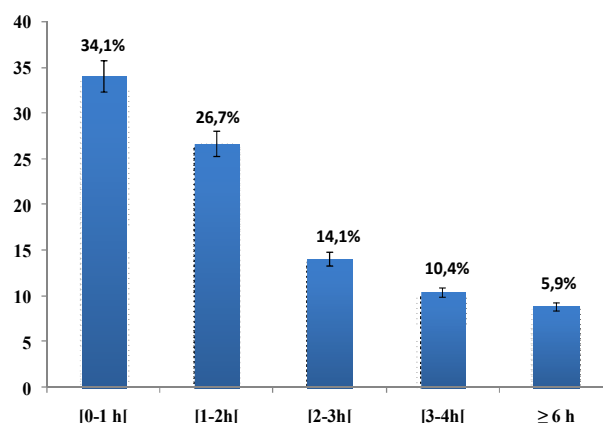


Figure 5: Distribution de l'effectif des patients en fonction du délai d'arrivées à l'hôpital

4 DISCUSSION

Les données présentées par cette étude ne reflètent pas l'ampleur des AVP au Maroc, mais donnent une idée sur cette problématique. Celle-ci constitue un problème de santé publique majeur au Maroc et un lourd fardeau sur le système de santé. Il n'y a pas beaucoup d'études publiées et de données sur les AVP au Maroc. Au cours de la période d'étude, 163 cas des enfants âgés entre un an et 15 ans, ont été victimes d'AVP.

Le sexe masculin était prédominant avec 67,7%, ce résultat est similaire avec la littérature [5, 11,12]. Chesnais Et Vallin l'expliquent par le fait que la prudence est beaucoup plus élevée chez le sexe féminin que chez les masculins dans la circulation [13].

La tranche d'âge la plus touchée dans notre série était celle de 6 –12ans, cela pourrait s'expliquer par le fait que ses enfants traversent la route seuls sans accompagnement (Piétons, cyclistes) ou par les erreurs commises par leurs parents ou les conducteurs (Passagers). Ces données correspondent aux données de la littérature [5]. La plupart des AVP étaient survenus pendant la période d'hiver dans le périmètre urbain pour diverses raisons. Au cours de ces mois, la luminosité faiblit, les autres usagers de la route voient donc plus difficilement les piétons, les conditions météo sont les plus défavorables (hiver : brouillard, verglas, pluie etc ...), le non-respect des feux de signalisation, la détérioration, la mauvaise qualité des infrastructures et l'état altéré des véhicules [16].

Sur le plan clinique, les lésions crâniennes sont les plus fréquentes (51,5%), suivie par les lésions des membres inférieures (47,2%). Ce pourcentage élevé des lésions crâniennes et des membres inférieurs peut être attribué au nombre élevé des piétons, ce qui concorde avec les données de l'OMS [5,12]. D'autres travaux, ont trouvé que la majorité des victimes était des piétons avec des lésions des extrémités (60,5%) dont celles des membres inférieurs (7,3%) [15]. Contrairement à l'étude de KONAN, cette dernière a observé la domination des lésions cutanéomuqueuses (69,6%) [10].

Les limites de notre étude résident sans la distinction entre les patients issus du milieu rural et urbain, cependant on peut considérer que la majorité des accidents sont survenus au milieu urbain (88%).

5 CONCLUSION

Les accidents de la voie publique constituent un problème majeur de santé publique. La prise en charge de ce fléau doit être urgente et obligatoire. L'information, la communication et l'éducation de toutes les couches socio-professionnelles semblent nécessaires pour réduire les dégâts matériels et humains.

REFERENCES

- [1] Health status recovery at one year in children injured in a roadaccident: A cohort studyPierre Bataillera,b,c, Martine Hoursa,b,c, Maud Mazaa,b,c, Pierrette Charnaya,b,c,Hélène Tardya,b,c, Charlène Tourniera,b,c, Etienne Javouheya,b,c *Accident Analysis and Prevention* 71 (2014) 267–272
- [2] Peden, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, J., Hyder, A.A., Branche, C., Rahman, A.F.,Rivara, F., Bartolomeos, K., 2008. Chapter 1: child injuries in context. In: *WorldReport on Child Injury Prevention*. World Health Organization, UNICEF, Geneva, Switzerland.
- [3] Chandran, A., Hyder, A.A., Peek-Asa, C., 2010. The global burden of unintentional injuries and an agenda for progress. *Epidemiol. Rev.* 32 (1), 110–120.
- [4] OMS Avril 2004 : Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation.
- [5] OMS, *The World report on child injury prévention*, 2004.
- [6] *Reported Road Casualties Great Britain: annual report 2011*.
- [7] Javouhey, E., Gadegbeku, B., Ndiaye, A., Laumon, B., 2012. Traumatologie routièreinfantile et dispositifs de protection: Données issues du registre du Rhône. In:*Urgences 2012*, Masson ed., pp. 1–19, Chapter 66.
- [8] Health status recovery at one year in children injured in a roadaccident: A cohort studyPierre Bataillera,b,c, Martine Hoursa,b,c, Maud Mazaa,b,c, Pierrette Charnaya,b,c,Hélène Tardya,b,c, Charlène Tourniera,b,c, Etienne Javouheya,b,c *Accident Analysis and Prevention* 71 (2014) 267–272
- [9] Boulaajoul Benaceur. *Sécurité routière au Maroc Bilan et perspectives 2009*.
- [10] Ministère de l'équipement, direction des routes et de la circulation, *recueil des statistiques des accidents corporels de la circulation routière 2009*, Maroc.
- [11] Diango. D, AG.Ikknane. A, Beye. S.A, Tall.F, Diani. N, Coulibaly. Y, Diallo. A. Aspects épidémiologiques des accidents de la voie publique au service d'accueil des urgences CHU Gabriel Touré BAMAKO. *Mali Médical* 2011.
- [12] Carlos Gorios, Renata Maia de Souza, Viviane Gerolla, Bruno Maso,Cintia Leci Rodrigues, Jane de Eston Armond. Transport accidents among children and adolescents at the emergency service of a teaching hospital in the southern zone of the city of São Paulo. *R e v b r a s o r t o p . 2 0 1 4*; 148-5.
- [13] Chesnais et Vallin (M).*Législation routière code de procédure pénale France 1967*.
- [14] Konan. K.J, Asouhoun. K.T, Kouasi F., Ehua. S.F. Profil épidémiologique des traumatisés de la voie publique aux urgences du CHU de Yopougon, Abidjan, Côte d'Ivoire, *Rev. Int. Sc. Méd.* Vol. 8, n°3, 206 : 4-48.
- [15] Chayla et AL. Injury characteristics and outcome of road trafic crash victims at Bugando, Medical Centre in Northwestern Tanzania. *Journal of Trauma Management & Outcomes* 2012:1-6
- [16] Mohamad Ghazali Masuria*, Khairil Anuar Md Isab & Mohd Pozi Mohd Tahir. Children, Youth and Road Environment: Road Traffic Accident. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 38 (2012) 213 – 218

A LA REDECOUVERTE DES LOIS DE LA GENETIQUE CLASSIQUE PAR L'UTILISATION D'UN LOGICIEL DE SIMULATION

[REDISCOVERY OF THE GENETIC'S LAWS BY USING A GENETICS PROGRAM]

B. AGORRAM, SE KHZAMI, and S. SELMAOUI

University of Cadi Ayyad, Equipe de Recherche en Education et Formation,
Ecole Normale Supérieure, P.O Box 2400, Marrakech 40000, 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 study describes a lab in which students engaged in inquiry in classical genetics in order to develop a better understanding of the concepts and reasoning skills necessary to support knowledge claims about genetics. The simulation program called Drosophly can be used to foster about the conceptual knowledge used by university students when investigating the genetic's determinism of traits in drosophila. An analysis of the procedural knowledge for experimenting with the computer model is provided.

The results of this case study provide a model of how Drosophly can be used to engage students in a complex problem-solving experience that encourages their meta-cognitive reflection and understanding about laws of the genetics. Implications for teaching are provided and ways to improve student learning and problem solving in classical genetics are suggested.

KEYWORDS: Genetics Simulator, Inquiry, Drosophly, University, Experimentation.

RÉSUMÉ: La génétique est parmi les disciplines de Biologie qui posent problème aux étudiants. L'apprentissage de la génétique aurait été facilité par la réalisation de travaux pratiques, mais certaines expériences sur la drosophile ne sont pas possibles du fait des grands effectifs des étudiants et du temps requis pour ces expériences ainsi que leur cout financier. L'utilisation de logiciel de simulation constitue une démarche permettant de surmonter ces contraintes. En effet le logiciel étudié donne aux étudiants la possibilité d'effectuer des croisements contrôlés avec des drosophiles comme le faisait le généticien Thomas Morgan au début du siècle dernier. Les étudiants utilisent cet outil pour concevoir et réaliser des expériences et pour redécouvrir les lois de la génétique classique. L'analyse de la séquence du TP permet de lister certaines difficultés liées au logiciel et au fait que les étudiants ne sont pas habitués à travailler de façon autonome surtout s'ils sont mis dans une situation d'investigation.

MOTS-CLEFS: simulation, Génétique classique, Drosophly, Université, expérimentation, Investigation.

1 INTRODUCTION

La génétique est la discipline biologique qui pose le plus de problèmes d'apprentissage aux apprenants aussi bien au secondaire ([1]; [2]; [3]; [4]; [5]; [6]; [7]; [8]; [9]; [10]; [11]; [12]) qu'à l'université ([13]; [14]; [4]; [15]).

Les méthodes d'enseignement de la génétique ont été montrées du doigt, mais la spécificité de la génétique pose aussi problème, notamment le fait que cette discipline fait appel à plusieurs niveaux d'abstraction (moléculaire, supramoléculaire, cellulaire et au niveau de l'organisme entier), à l'utilisation d'un symbolisme spécifique et à une argumentation faisant souvent appel aux mathématiques. Les différents concepts de la génétique sont généralement enseignés à différents niveaux

scolaires, souvent espacés dans le temps, et dans d'autres disciplines (biochimie, biologie cellulaire...), ce qui rend la tâche difficile aux étudiants pour faire des liens entre ces concepts ([6]; [11]).

Une des approches pour rendre l'enseignement de la génétique plus attrayant et efficace est d'amener les étudiants à faire ce que les généticiens faisaient, c'est à dire de mener des croisements génétiques et d'en analyser les résultats.

L'expérimentation sur la drosophile est très instructive et permet à travers divers croisements entre des souches différant par leur phénotype de redécouvrir les lois de la génétique classique. Mais de nombreux problèmes entravent l'expérimentation sur du matériel vivant dont les grands effectifs des étudiants et le coût important de ces expériences. De plus, la réalisation des croisements nécessaires en utilisant de véritables mouches prendrait un temps considérable.

Pour pallier à ces problèmes, différentes méthodes ont été proposées dont le recours à la simulation informatique ([16]; [17], [18]; [19]). Ainsi, plusieurs logiciels de simulation ont été élaborés qui ont en commun le fait de pouvoir faire des dizaines de croisements virtuels sans limitation de temps [20].

La présente étude a pour objectifs de présenter un logiciel de simulation de croisements chez la drosophile et analyser les avantages et difficultés de son utilisation en classe dans des situations d'enseignement basées sur la démarche d'investigation.

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 ENSEIGNEMENT DE LA GÉNÉTIQUE ENTRE L'EXPÉRIMENTATION RÉELLE ET SIMULÉE

La génétique est une science expérimentale. Pour pouvoir enseigner la génétique d'une manière efficace, il est indispensable d'introduire des expériences et des manipulations dans des contextes éducatifs bien particuliers.

L'introduction de l'expérimentation a plusieurs objectifs dont permettre aux apprenants de faire face aux phénomènes naturels, améliorer l'esprit scientifique et l'envie de recherche chez eux, améliorer les compétences d'observation, de description, d'analyse et de déduction [21].

Tous ces avantages font de l'expérimentation une tâche indispensable dans l'enseignement de la génétique sauf en cas de contraintes financières, matérielles ou temporelles, ce qui peut donc nous renvoyer vers d'autres alternatives telles que la simulation informatique.

L'ordinateur constitue une valeur ajoutée didactique et pédagogique puisqu'il permet, via des logiciels de simulation ou laboratoire virtuelle, de faire des expériences virtuelles ou simulées. Ainsi l'élève passe de la situation d'apprenant passif (qui reçoit et réagit à la situation dans laquelle il est confronté) à un apprenant actif (l'élève apprend en interaction, il suit une démarche de recherche qui lui permettrait de construire son savoir scientifique). Cependant, les résultats obtenus par ordinateur ne prennent pas en considération la complexité de la réalité et la difficulté de sa perception, les expériences virtuelles ne sont que des modèles des expériences réelles.

2.2 APPORTS DE L'UTILISATION DES SIMULATIONS

La simulation numérique a généralement trois objectifs majeurs : simuler pour comprendre, simuler pour construire et simuler pour apprendre [22].

La simulation numérique est aujourd'hui de plus en plus utilisée dans le processus d'apprentissage. Elle a pour objectifs de faire apprendre des situations, des systèmes ou des phénomènes complexes aux étudiants. Elle place l'apprenant dans une situation donnée bien déterminée, souvent avec la participation du sujet et lui offre ainsi un défi conceptuel et mental et renforce ainsi sa motivation vis-à-vis des connaissances à acquérir. La simulation permet, aux apprenants de comprendre des concepts considérés plus avancés ayant un degré de difficulté considérable qui dépasse parfois leur niveau d'apprentissage.

La simulation constitue aussi un outil important pour l'enseignant : Elle donne plus de temps pour individualiser l'enseignement [24] et se pencher sur les difficultés d'apprentissage de certains élèves et d'approfondir plus des concepts avec d'autres élèves et les stimuler d'avantage pour apprendre plus [25] [26];

Quelques travaux de recherche ont suggéré de rapprocher le travail des apprenants à celui des chercheurs scientifiques car le contexte de recherche permet la mise à jour et l'utilisation des connaissances antérieures, le conflit cognitif et la métacognition. Cette mise en contexte de recherche scientifique pousse les étudiants à formuler des hypothèses et à les

confronter avec des observations (conflit cognitif) pour les amener à se construire de nouvelles connaissances et donner du sens à ce qu'ils apprennent.

Dans notre étude, la simulation par Drososfly sera faite dans le contexte décrit précédemment, c'est-à-dire qu'on va placer les étudiants devant un problème qu'ils doivent résoudre en utilisant les outils des chercheurs pionniers qui ont établi les lois de transmission des caractères héréditaires tels que le généticien Thomas Morgan.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODE

3.1 DESCRIPTION DU LOGICIEL DROSOFLY

Drososfly est un programme de simulation expérimentale qui permet de simuler des croisements de drosophiles, en mettant l'utilisateur devant une situation de travail très proche de celle de l'expérimentation réelle. C'est de cette manière que l'utilisateur du logiciel sera amené à préparer le milieu de culture, commander les différentes races de mouches chez un fournisseur, introduire ces mouches dans les flacons d'élevage, les endormir et les manipuler et les croiser et analyser les résultats des croisements [28].

Ce logiciel a été conçu de telle façon que l'on puisse réaliser des expériences complexes et exigeantes, qui demanderont plusieurs séances de travaux pratiques successives dans un laps de temps réduit avec des résultats quantitativement proches de la réalité.

Dans cette vision, Drososfly est pourvu d'un système de mémorisation automatique, personnalisée pour chaque utilisateur, chacun peut donc arrêter son travail à tout moment, et le reprendre ultérieurement.

La mouche de fruit ou mouche de vinaigre la drosophile (*Drosophila melanogaster*) est utilisée comme matériel expérimental de choix du fait de son cycle de vie très restreint et le nombre important des individus dans chaque génération ce qui permet une bonne application des lois statistiques et la mise en œuvre de la transmission des gènes.

La barre de menu (figure 1) comporte des boutons correspondant à diverses fonctionnalités (de gauche à droite: paillasse de travail, commande des souches, incubateur, observation des mouches à la loupe, préparation du milieu d'élevage, saut temporal, compte rendu des opérations effectuées, galerie des photos de différentes souches de drosophiles, aide en ligne, démonstrations animées, dispositif d'anesthésie, élimination des mouches évadées, stylo de marquage, nettoyage des flacons d'élevage).



Fig 1: Barre de menu du logiciel Drososfly

Nombreuses souches sont disponibles, elles sont toutes de races pures. Les caractères étudiés sont la couleur du corps, la couleur des yeux et leur forme, Forme des ailes et leur disposition, les soies thoraciques. On peut commander des souches différant par un seul caractère (Monohybridisme), deux caractères (Dihybridisme) et trois caractères (Trihybridisme). On peut travailler sur des caractères indépendants ou liés, dans ce cas on peut calculer les distances génétiques.

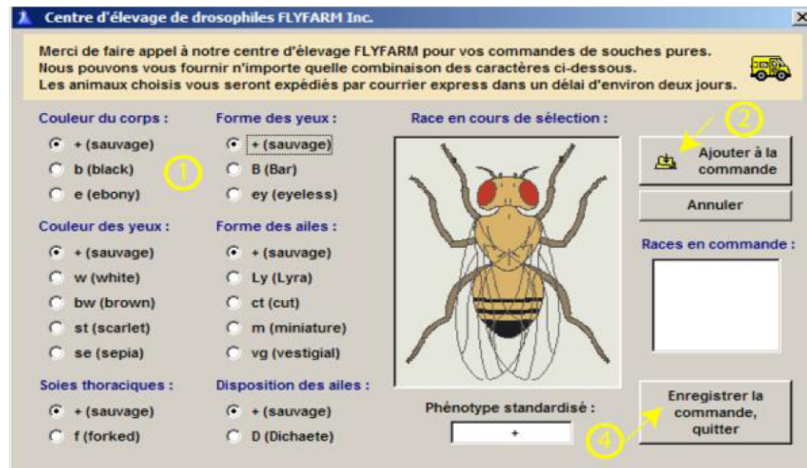


Fig 2. Souches disponibles de drosophile.

Les résultats des croisements peuvent être visualisés en utilisant les phénotypes des mouches ou leur génotypes. Le logiciel donne les effectifs correspondant à chaque phénotype mais aussi les pourcentages correspondants [29].

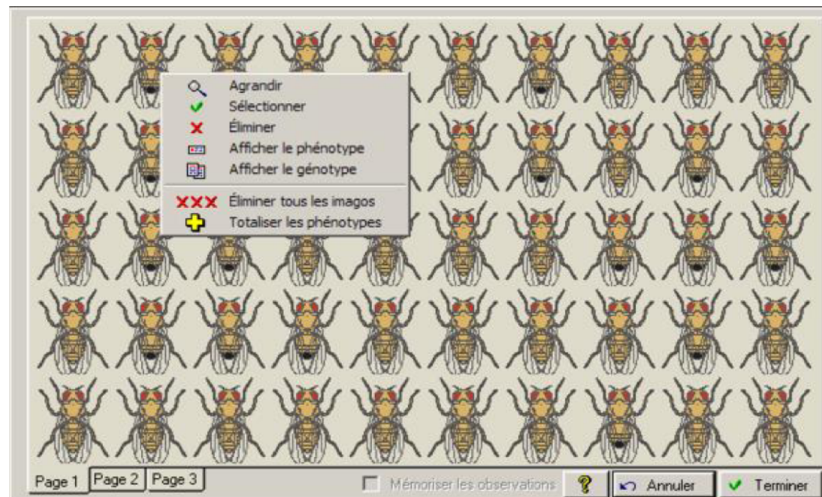


Fig 3. Résultats d'un croisement F1* F1

3.2 CONTEXTE D'UTILISATION DE DROSOFLY ET DEROULEMENT

Dans le présent travail, on va utiliser la simulation via Drososfly lors de séances de Travaux pratiques selon une démarche d'investigation. Les étudiants ne vont pas suivre un protocole prédéterminé qui les guidera vers le résultat final mais ils seront amenés à identifier la problématique, poser la question à résoudre, formuler des hypothèses, concevoir une stratégie de résolution du problème, investiguer en utilisant le logiciel, recueillir les résultats, les analyser et les comparer à l'hypothèse formulée.

Deux séances de travaux pratiques ont été réalisées avec les étudiants, chaque séance dure en moyenne de 3h1/2 à 4h.

- Séance1: La séance a eu lieu dans la salle d'Informatique. Elle s'est déroulée en trois phases.

Dans la première phase, l'enseignant a fait une présentation sur le logiciel Drososfly en insistant plus sur les aspects techniques que sur les aspects disciplinaires (génétiques).

Pendant la seconde phase, les étudiants se sont familiarisés avec le logiciel et font appel à l'enseignant dans le cas de difficulté technique.

La troisième phase a porté sur l'expérimentation. L'enseignant a montré par video-projection une mouche sauvage et une mouche mutante (couleur du corps ebony).

On a demandé aux étudiants de s'imaginer à la place du généticien Thomas Morgan dans la situation de découverte de cette souche mutante dans un flacon d'élevage.

Les étudiants sont arrivés à la question suivante : *"Quel est le déterminisme génétique du caractère ebony"*.

On leur a demandé de penser à la résolution de ce problème tout en consignait leur travail sur une fiche qui leur a été distribué et qu'on récupère à la fin de la séance (Fiche 1).

- **Séance 2:** Elle est identique à la précédente sauf que les activités d'investigation ont porté sur d'autres caractères dont on cherchera le déterminisme génétique.

Donc, en total 4 activités ont été réalisées:

- Caractère : couleur du corps ebony ; forme des ailes vestigial : Monohybridisme
- Caractère : couleur des yeux white (caractère lié à l'X).
- Caractères couleur du corps ebony et forme des ailes vestigiale : Dihybridisme avec indépendance génétique (activité A).
- Caractères couleur des yeux scarlet et forme des ailes cut : Dihybridisme avec liaison génétique (activité B).
- Caractères couleur des yeux sepia et couleur du corps ebony : Dihybridisme (activité C).

A la dernière heure de la séance 2, on a fait une évaluation qui a porté sur un problème plus ardu concernant le cas de 3 gènes liés et portés par le chromosome X (caractères white, forked, cut) (activité D).

3.3 OUTILS D'INVESTIGATION UTILISÉS DANS LA RECHERCHE

Notre recherche est qualitative et porte sur un échantillon de 17 étudiants de la première année du Master d'enseignement en sciences de la Vie et de la Terre (Bac + 4 ans). Ce sont des étudiants en formation pour être des enseignants des sciences de la Vie et de la Terre au lycée.

3.3.1 LE QUESTIONNAIRE

Un questionnaire a été utilisé: en pré-test et en post-test. Ce questionnaire portait sur les connaissances des étudiants en génétique. Il comporte 39 questions relatives aux différentes parties de la génétique. Le questionnaire post-test leur a été distribué après la dernière séance du TP (les résultats de ce questionnaire ne sont pas abordés dans cet article).

Un deuxième questionnaire a été administré à la fin des séances de TP et comporte des questions portant sur les points suivants:

- La satisfaction des étudiants sur l'usage de DROSOFLY.
- L'évaluation du côté technique et ergonomique du logiciel.
- L'évaluation du côté cognitif et conceptuel du logiciel.
- Les avantages et les défauts du logiciel.
- Les recommandations et propositions pour améliorer l'expérimentation simulée
- L'opinion des étudiants sur l'utilisation potentielle de ce logiciel avec leurs élèves une fois qu'ils auront intégré leur lycée.

3.3.2 LA GRILLE D'OBSERVATION

Elle a été conçue dans le but d'analyser la démarche utilisée lors de l'investigation et le raisonnement sous-jacent aux différentes actions entreprises par les étudiants. La grille a porté sur trois aspects:

- L'aspect cognitif: avec des questions qui traitent quelques concepts de base de la génétique mendélienne que les étudiants doivent connaître pour pouvoir progresser dans la résolution du problème (test cross, back cross, F1...).
- L'aspect technique: avec des questions sur les aspects techniques du logiciel qui sont en partie liées à la Biologie de la drosophile et aux techniques des croisements (saut temporel, élimination des imagos, température d'incubation...).
- L'aspect stratégique: des questions portant sur le raisonnement et l'argumentation des actions effectuées dans la démarche choisie (pertinence du choix des croisements, des souches commandées, des croisements, l'explication des résultats des croisements, les conclusions tirées de chaque étape...).

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 ANALYSE DES FICHES D'ACTIVITÉS

Pour travailler selon une démarche d'investigation, les étudiants sont censés proposer des hypothèses et les vérifier par l'expérimentation. Le critère de choix des hypothèses de base est utilisé dans le cas de notre recherche pour pouvoir juger le raisonnement et la démarche des étudiants pour la résolution du problème posé.

Tableau 1: Pourcentage des étudiants selon la pertinence des hypothèses formulées

Activité	A	B	C	D
Niveau de difficulté	+	+	++	+++
Hypothèse pertinente	53 %	93%	85%	63%
Hypothèse non pertinente ou absente	47%	7%	15%	37%

On constate que plus l'activité est difficile et complexe, plus les étudiants trouvent des problèmes à formuler des hypothèses pertinentes concernant le mode de transmission du caractère étudié.

La formulation de l'hypothèse est d'une grande importance parce que c'est elle qui structure le reste de l'investigation (notamment le choix de la méthode d'investigation).

Dans le cas du problème posé dans toutes les activités, les hypothèses concernent 3 éléments : Le gène gouvernant le caractère étudié est autosomal ou lié à l'X, la relation de dominance/récessivité entre les allèles, l'indépendance ou la liaison génétique dans le cas du dihybridisme et trihybridisme.

Donc l'étudiant doit formuler une hypothèse qu'il va vérifier par les croisements entre des souches correctement choisies.

Les étudiants ont déjà traité ces cas dans le cours de génétique mendélienne et dans les TD dans lesquels ils ont vu comment résoudre un exercice de génétique portant sur l'analyse du déterminisme génétique de caractères héréditaires. Dans les TD, les étudiants sont amenés, à partir de résultats de différents croisements, à construire un modèle de déterminisme, c'est une démarche déductive. Mais on constate qu'une fois le contexte changé (situation des TP), les étudiants trouvent des difficultés dans la formulation d'une hypothèse sur le déterminisme génétique, dans cette situation, ils devraient utiliser une démarche hypothético-déductive.

Concernant le choix de la méthode d'investigation, la majorité des étudiants sont capables d'imaginer une procédure de résolution du problème (87% des étudiants). Ils savent tous qu'ils doivent faire des croisements contrôlés entre deux souches de races pures de drosophiles et d'analyser la F1 et puis faire croiser les mouches de la F1 entre eux (F1*F1) ou avec un mâle double ou triple récessif selon qu'on a affaire à un cas de dihybridisme ou trihybridisme (Test-cross).

Mais une partie des étudiants (47%) peignent à choisir les souches parentes à commander, et s'ils le font correctement, ils ne peuvent pas toujours argumenter ce choix.

De même, ils ne savent pas choisir les croisements adéquats qui leur permettront d'obtenir des résultats conformes à leurs prédictions. Cette difficulté du choix d'un croisement pertinent est observée surtout quand ils ont à vérifier le génotype de la F1 par l'analyse du croisement F1*F1 ou par un croisement Test-cross plus facile à réaliser et qui aboutit à des résultats faciles à interpréter.

Ceci laisse croire que les étudiants ne savent pas définir et suivre, d'une manière réfléchie, une démarche scientifique mais utilisent des astuces qui aboutissent parfois au résultat attendu ou le plus souvent à des résultats erronés.

Une autre difficulté que rencontrent les étudiants est l'obtention d'effectifs très faibles qui ne permettent pas de trancher clairement entre les hypothèses formulées.

Les étudiants restent perplexes devant cette situation alors qu'il suffit d'augmenter le nombre de jours d'incubation pour que d'avantages de pupes se métamorphosent en adultes sans toutefois entraîner un chevauchement entre la génération F2 et F3.

Ce problème est souvent dû au fait que les étudiants ne font pas attention à la température d'incubation car plus elle est faible, plus le cycle est long et vis-versa, ceci dans la limite des températures de survie de la drosophile (20°-30°).

Les résultats dépendent du bon choix des souches et du type de croisement et le respect du cycle de développement. Le logiciel génère aléatoirement des séries de résultats plus ou moins proches du modèle théorique. Donc les résultats doivent être considérés par les étudiants comme des données statistiques sur lesquels doivent être appliqués des tests de conformité avec le modèle théorique (notamment le test Khi2). Ceci permet aux étudiants de saisir que les lois de la transmission des caractères héréditaires ont été établies après une multitude de croisements (effectuées au départ sur le pois vert par Mendel) mais qui ont été validés sur d'autres modèles tels que la drosophile (Morgan). Aucun des étudiants n'a pensé à réaliser plusieurs fois le même croisement pour que les résultats soient statistiquement valables.

Les étudiants restent confus quand les résultats ne correspondent pas à leurs attentes surtout s'ils constatent l'absence d'un phénotype attendu en F2. Ils ne lient pas cette absence à la nécessité d'augmenter les effectifs de la F2 mais pensent que le croisement qu'ils ont choisi est inadéquat ou que le modèle prédit (hypothèse) est faux.

D'un autre côté, on note que la quasi-totalité des étudiants (88%) utilisent un symbolisme adéquat, ceci nous a paru étrange du fait que dans les séances de TD, lors de la résolution des exercices de génétique, les étudiants ne respectent pas ce symbolisme.

En ce qui concerne la démarche adoptée pour la résolution du problème, on constate que la moitié des étudiants n'arrivent pas (ou partiellement) à définir une démarche logique qu'ils doivent suivre pour résoudre le problème. La démarche attendue comporte les éléments suivants classés dans l'ordre d'avènement :

- Formulation d'une hypothèse
- Choix des souches à commander
- Choix du croisement à effectuer entre Parents de phénotypes opposés pour obtenir la génération F1.
- Observation des phénotypes de la F1 (Hétérozygotes)
- Choix d'une femelle F1 pour la croiser avec un mâle bi (ou tri) récessif (test-cross) et non l'inverse car chez le mâle de la drosophile, il n'y a pas de crossing-over.
- Observation de la F2: catégorisation des phénotypes et calcul des pourcentages.
- Comparaison avec les proportions théoriques (1/1/1/1 dans le cas de deux gènes indépendants ou la fréquence des recombinés est très inférieure à celle des parentaux dans le cas de la liaison). On peut recourir au test Khi2 pour tester la conformité des résultats obtenus avec ceux attendus selon l'hypothèse formulée.
- Calcul des distances génétiques dans le cas de la liaison.

On note aussi chez les étudiants une confusion entre les différentes étapes techniques qu'ils doivent effectuer par le logiciel et la démarche scientifique qu'ils doivent suivre dans le but de résoudre le problème.

On constate aussi d'après les analyses des fiches des activités, que peu d'étudiants argumentent les choix faits (souches, croisements...) et ceci est d'autant plus marqué que l'activité est plus complexe (activité 4).

Le test 3 points ou trihybridisme constitue en effet une source de difficulté par rapport aux cas simples (mono et dihybridisme), ceci est constaté aussi dans les séances de TD.

4.2 RESULTATS DE LA GRILLE D'ANALYSE

Les résultats permettent de déduire que :

Les deux tiers des étudiants ont pu comprendre l'objectif de la séance de TP c'est-à-dire la détermination du mode de transmission génétique de certains caractères morphologiques chez la drosophile.

Les étudiants, quand on leur demande oralement et individuellement quelle démarche doivent-ils suivre pour résoudre le problème posé, répondent plus ou moins correctement en indiquant les principales étapes à suivre. Mais l'analyse des fiches des activités montrent le contraire c'est-à-dire que la moitié des étudiants seulement sont capables de consigner cette démarche correctement sur la fiche d'activités.

Pour le choix des croisements à faire, on constate qu'il y a concordance entre les réponses orales des étudiants sur cette question et leur réponse sur la fiche d'activités.

De même pour l'argumentation du choix des croisements, les étudiants arrivent à donner oralement en partie les arguments qui les poussent à choisir tel croisement plutôt qu'un autre mieux que sur la fiche.

Les aspects techniques liés à l'utilisation du logiciel Drososfly sont maîtrisés par la quasi-totalité des étudiants.

Pour les deux critères "Autonomie" et "difficulté de travail", on distingue une certaine correspondance puisque les étudiants qui ne trouvent pas des difficultés lors de la manipulation de Drososfly ont pu travailler d'une manière autonome durant l'activité de simulation. Par contre, les autres sollicitent constamment l'enseignant pour progresser dans l'investigation.

Dans la majorité des cas, les étudiants arrivent à définir les termes utilisés dans le TP (Test-cross, Back-cross, dominance, F1, génotype, phénotype, races pures...).

4.3 ANALYSE DES RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE

Les réponses au questionnaire nous permettent de relever les points suivants:

La majorité des étudiants trouvent l'utilisation du logiciel assez facile et qu'ils ne trouvent pas de difficulté majeure pour effectuer les différentes tâches demandées (88 % des étudiants). Ceci est corroboré par le fait que la majorité des apprenants préfèrent utiliser le logiciel d'une façon semi-directive pour la plupart du temps sauf en cas de nécessité majeure.

En ce qui concerne l'impact de l'utilisation de DROSOFLY sur l'amélioration du travail de groupe, la quasi-totalité des étudiants (82%) pensent que DROSOFLY est censé être utilisé dans un contexte de travail collectif, tandis que l'objectif de ce didacticiel est de renforcer les connaissances et les capacités individuelles des étudiants. Ceci peut être dû au fait que la majorité des étudiants sont habitués à travailler en groupe, ce qui peut parfois avoir des effets négatifs sur le développement des compétences individuelles.

La majorité des étudiants (76%) pensent que DROSOFLY ne peut être un remplaçant ou un substituant de l'expérimentation réelle et qu'il est impossible de se limiter à la simulation numérique pour effectuer des expériences en génétique, cela est également prouvé par le fait que la quasi-totalité (88%) des apprenants pensent qu'on ne peut obtenir de meilleurs résultats que dans le cas d'une combinaison de l'expérimentation réelle et de la simulation informatique. On peut expliquer ces résultats également par le fait que les étudiants sont déjà convaincus de la nécessité de l'expérimentation et de ses effets positifs sur l'amélioration des apprentissages en génétique.

Concernant les avantages de l'usage de DROSOFLY par rapport à l'expérimentation réelle, les étudiants citent les points suivants :

- DROSOFLY est bénéfique uniquement de point de vue technique, autrement dit, les avantages de DROSOFLY sont limités à l'économie du temps, de l'effort et du matériel.
- DROSOFLY a peu d'effet sur l'amélioration de leurs connaissances de base.

Dans la même logique, les étudiants pensent que s'ils envisagent l'emploi de DROSOFLY dans le futur avec leurs élèves, cela va être comme une application des lois de Mendel ou comme des exercices d'adaptation et non comme un complément de cours. Ils ne sont pas convaincus que l'utilisation de ce logiciel aura un effet sur l'amélioration des connaissances des apprenants en génétique. Ceci peut être expliqué par le fait que la majorité des étudiants ont trouvé des difficultés quand on leur demande d'utiliser ce logiciel dans une démarche d'investigation, alors ils pensent que leurs élèves seraient incapables de faire le même travail qu'eux.

La génétique est une discipline centrale de la Biologie nécessitant la maîtrise de nombreux concepts de chimie, physique, biologie et mathématiques. La combinaison de ces différents éléments conduit à l'élaboration de modèles explicatifs complexes dont l'enseignement pose un certain nombre de problèmes. La démarche d'enseignement dominante, conduit souvent à négliger certains aspects du travail historique ayant abouti à la construction de ces modèles explicatifs.

L'expérimentation tente en partie de pallier à ces lacunes en particulier en génétique mendélienne. Mais la congruence de plusieurs facteurs empêche de réaliser cette expérimentation. La simulation peut constituer une alternative à l'expérimentation.

Le logiciel Drososfly qu'on a utilisé en TP a certes forcé les étudiants à entrer dans un apprentissage actif dans lequel ils s'interrogent, cherchent comment résoudre, conçoivent les stratégies de résolution, formulent des hypothèses, expérimentent même si c'est par simulation, mais les étudiants ne saisissent pas l'importance de ces éléments dans la construction de leur savoir.

Les étudiants sont habitués à des TP se réduisant à un suivi d'un protocole sans avoir à se poser des questions sur ce travail de construction. D'un autre côté, l'utilisation des simulations modifie les rôles de l'élève (acteur) et de l'enseignant (guide facilitateur), mais le contexte dans lequel les simulations sont utilisées est aussi important, on cherche à intégrer les simulations dans le processus d'apprentissage de façon à ce qu'elles ne soient pas simplement accessoires et superflues.

L'utilisation de Drosophy dans une démarche d'investigation permet de présenter aux étudiants les modèles théoriques (Lois de Mendel) comme une construction intellectuelle qui constitue une réponse provisoire et partielle à un problème scientifique, réponse qu'il faudra confronter aux résultats expérimentaux. La démarche d'investigation ainsi proposée place le modèle au cœur de cette démarche, celui-ci sert de point d'appui et donne du sens au travail conduit lors des travaux pratiques (Sanchez 2008).

Les analyses des résultats de l'utilisation de la simulation intégrée dans une démarche d'investigation a permis d'identifier des difficultés relatives à la démarche scientifique et à un déficit de l'argumentation et de raisonnement logique chez les étudiants.

5 CONCLUSION

Les résultats présentés ici indiquent que l'apprentissage par l'utilisation d'un logiciel de simulation améliore la capacité des étudiants à formuler des explications qui intègrent le niveau phénotypique (un caractère) et génotypique (gène, allèle).

Ces résultats suggèrent que l'utilisation d'un environnement informatique d'apprentissage favorise la construction de nouvelles connaissances en génétique et influence donc l'acquisition par les étudiants de compétences multidimensionnelles dans ce domaine. Les résultats suggèrent que l'utilisation de tels environnements informatiques influe aussi la compréhension par les étudiants des pratiques scientifiques.

Ainsi, l'apprentissage est plus efficace lorsque les étudiants sont conscients des objectifs de leurs actes et quand ils sont mis dans un contexte qui est pertinent et significatif pour eux. Ces activités réalisées par les étudiants augmentent leur motivation et leur permettent d'acquérir de nouvelles connaissances et une occasion d'appliquer ces connaissances. Ainsi, le fait de prendre une part active dans la résolution d'un problème scientifique fournit aux étudiants un contexte d'appliquer les connaissances acquises en cours et travaux dirigés sur la génétique classique, acquérir de nouvelles connaissances et une méthodologie de résolution de problèmes basée sur le raisonnement logique et non pas sur l'apprentissage d'algorithmes de résolution des problèmes de la génétique sans compréhension du cheminement cognitif suivi.

REFERENCES

- [1] Banet, E., & Ayuso, G.E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *Int. J. Sci. Educ.*, 25(3), 373-407.
- [2] Bahar, M., Johnstone, A. H. & Sutcliffe, R. G. (1999a). Investigation of student's cognitive structures in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141.
- [3] Chattopadhyay, A. (2005). Understanding of Genetic Information in Higher Secondary Students in Northeast India and the Implications for Genetics Education. *Cell Biology Education*, 4(1), 97-104.
- [4] Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis. *Science Education*, 78, 255-283.
- [5] Lewis J., et Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance—do students see any relationship? *Int. J.Sci. Educ*, 22(2), 177-195.
- [6] Lewis, J., Leach, J., et Wood-Robinson, C. (2000a). Chromosomes : the missing link—young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilization. *J. Biol. Educ.* 34(4), 189-199.
- [7] Lewis, J., Leach, J., et Wood-Robinson, C. (2000b). All in the genes?—Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.
- [8] Lewis, J., Leach, J. et Wood-Robinson, C. (2000c). What's in a cell? Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34(3), 129-132.
- [9] Longden, B. (1982). Genetics—are their inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, 16, 135-140.
- [10] Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Student's cellular and molecular explanation of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-205.
- [11] Marbach-Ad, G. (2001). Attempting to break the code in students' comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education* 35(4), 183-189.
- [12] Wood-Robinson, C. (1994). Young peoples' ideas about inheritance and evolution. *Stud. Sci. Educ*, 24, 29-47.
- [13] Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2003). Genetics reasoning with multiple external representations. *Research in Science Education*, 33, 111-135.
- [14] Johnstone A.H. & Mahmoud N.A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. *Journal of Biological Education*, 14 (2), 163-166.

- [15] Agorram B., Clement P., Selmaoui S., Khzami Se., Chafik J. & Chiadli A. (2010). University students' conceptions about the concept of gene, Interest of an historical approach, *Journal of US-China education review*; Vol 7, N°2.
- [16] RICHOUX B.; SALVETAT C. & BEAUFILS D. (2002). Simulation numérique dans l'enseignement de la physique : enjeux, conditions; *Bulletin de l'Union des physiciens*; no842, pp. 497-521
- [17] BEAUFILS, D. & RICHOUX, B. (2003). Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique; *DIDASKALIA - Numéro 23*.
- [18] Coquidé, M & Le Maréchal J.F (2006). Modélisation et simulation dans l'enseignement scientifique : usages et impacts; *Aster n° 43*; pp. 7-16.
- [19] CARLSEN D. & ANDRE T. (1992). Use of a microcomputer simulation and conceptual change text to overcome students' preconceptions about electric circuits. *Journal of Computer-Based Instruction*, n° 19, pp. 105-109.
- [20] RIVERS R.H. & VOCKELL E. (1987). Computer simulations to stimulate scientific problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, n° 24, pp. 403-415
- [21] Vialle B. (2005). L'ordinateur dans l'enseignement d'une science expérimentale: la biologie au lycée. *LA REVUE DE L'EPI*; N° 93.
- [22] Guéraud V., Pernin J.P., Cagnat J.M. & Cortés G. (1999). Environnements d'apprentissage basés sur la simulation: Propositions d'outils auteur et expérimentations. *Sciences et techniques éducatives* n°6, 95-141
- [23] DE JONG T., « Learning and instruction with computer simulations », *Education & Computing*, n° 6, 1991.
- [24] Roschelle J.M., Pea R.D., Hoadley C.M., Gordin D.N. and Means B.N. (2000). Changing How and What Children Learn in School with Computer-Based Technologies. *The Future of Children*, Vol. 10, No. 2. pp. 76-101.
- [25] Barbara C. Buckley, & col. (2004). Model-Based Teaching and Learning With BioLogicaTM: What Do They Learn? How Do They Learn? *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, No. 1, PP 23-43.
- [26] Wetherill, K., Midgett, C., & McCall M. (2002). Determining the impact of applet-based instructional materials on teacher knowledge of content and pedagogy, instructional planning, and student learning of fractions. Retrieved October, 12, 2004, from <http://illuminations.nctm.org/downloads/UNCWrschReport.pdf>
- [27] Sanchez E. (2008). Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la terre? *Education & Didactique*, vol 2 - n°2 , p. 93-118.
- [28] Drososfly (2005). Génération 5, [<http://www.generation5.fr/produits/Drososfly--313--24130--ens.php>, consulté le 10 mars 2015].
- [29] Trellu I. & Bacquelin F. (2005). Utilisation du logiciel Drososfly ; [<http://svt.ac-creteil.fr/?Fiche-mode-d-emploi-du-logiciel>, consulté le 10 mars 2015].

Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets ménagers aux Comores

[Contribution to the improvement of household waste management in Comoros]

Ali ISSIHAKA ALI, Hassan EL BARI, Siham BELHADJ, Fadoua KAROUACH, Yassine JOUTE, and Youssef GRADI

Equipe Biogaz - Laboratoire de Biotechnologie, Environnement et Qualité (LABEQ),
Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail de Kenitra, Maroc

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

ABSTRACT: In developing countries, the situation of the management and disposal of solid waste is critical and tends sometimes to deteriorate in a context of growing urbanization. In the absence of adequate resources, the valorisation of waste is scarcely implemented. Waste treatment remains problematic and results in the proliferation of illegal dumping subject to either an uncontrolled landfill or open burning.

Throughout the Comoros and especially in large cities, despite a clear desire of national authorities, the household waste management remains a major problem and led the country to an unhealthy situation of extreme gravity. It was revealed that a series of failures related to the lack of financial resources and adequate budget, materials and techniques, waste management skills and awareness of the populations and the institutional and legal obstacles, largely explain the inefficiency of the system currently implemented in the Comoros. The study proposed in this paper is part of a contribution to improve the management of household waste in the Comoros, and has as objective, to perform an inventory of the management of solid household waste in Comoros and improve the current management system. Starting from a review of the literature and based on experiences and international models on the subject, this study provides institutional, legal, regulatory, technical and financial approaches to achieve effective and sustainable management of household waste solid Comoros.

KEYWORDS: Comoros, Household waste, sustainable management, collection, waste recycling, waste disposal.

RÉSUMÉ: Dans les pays en développement, la situation en matière de gestion et d'élimination des déchets ménagers solides, est critique et tend, parfois à se dégrader dans un contexte d'urbanisation croissante. Faute des moyens adéquats, la valorisation des déchets y est peu ou pas du tout pratiquée. Le traitement des déchets reste problématique et se traduit par la multiplication des dépôts sauvages qui font l'objet soit, d'une mise en décharge non contrôlée soit, d'une incinération à ciel ouvert. Aux Comores et plus particulièrement dans les grandes villes, malgré une volonté manifeste des autorités nationales, la gestion des ordures ménagères demeure une problématique majeure et conduit le pays à une situation d'insalubrité d'une extrême gravité. Il a été révélé, qu'une série de défaillances liée au manque des moyens financiers et de budget adéquat, au manque de matériels et techniques, à l'inexistence des compétences en matière de gestion des déchets, à l'insuffisance de la sensibilisation des populations et aux obstacles d'ordre institutionnels et juridiques, explique en grande partie l'inefficacité du système actuellement utilisé aux Comores. L'étude proposée dans cet article, s'inscrit dans le cadre d'une contribution à l'amélioration de la gestion des déchets ménagers aux Comores, et a comme objectifs, de faire un état des lieux de la gestion des déchets ménagers solides aux Comores et d'améliorer le système de gestion actuel. Partant d'une littérature abondante et s'appuyant sur des expériences et des modèles internationaux sur le sujet, ce travail propose des éléments d'ordre institutionnel, juridique, réglementaire, technique et financier afin de parvenir à une gestion efficace et durable des déchets ménagers solides des Comores.

MOTS-CLEFS: Comores, déchets ménagers, gestion durable, collecte, valorisation des déchets, élimination des déchets.

1 INTRODUCTION

Le monde en pleine évolution industrielle et technologique, fait face à des défis majeurs, parmi lesquels, la préservation de l'environnement et de la santé publique. Les réflexions de toutes les instances de la communauté internationale se concentrent sur les initiatives à entreprendre en vue de maintenir l'intégrité écologique planétaire, une des conditions pour aboutir à un développement durable. Ainsi, la gestion des déchets solides avec sa contribution positive à la préservation de l'environnement et de la santé publique, devient un enjeu de la gouvernance mondiale.

Dans les pays en développement, la situation en matière d'assainissement et d'élimination des déchets solides est cependant critique et tend, parfois à se dégrader dans un contexte d'urbanisation croissante [1]. Dans la grande majorité des villes du Sud, jusqu'à une date récente, la gestion des déchets urbains se limitait à un simple dispositif de «propreté urbaine» organisé au tour de trois activités successives : le nettoyage des rues, le ramassage de tas d'ordures collectifs et leur déversement dans des décharges sauvages en périphérie [2].

L'archipel des Comores, avec ses 583 222 habitants et son taux d'accroissement de 2,7% [3], semble ne pas faire exception. Il connaît des problèmes d'insalubrité dus à la multiplication des dépôts sauvages perceptibles dans toutes les agglomérations du pays. La fraction fermentescible des déchets, estimée à 60% [4], en se décomposant sous l'effet des bio aérosols, engendre de pollution de l'air, du sol et de nombreuses maladies telles que, le choléra, le shikoungunya, la filariose, le paludisme, la dengue et bien d'autres [4]. Selon l'étude menée par HYDOPLAN en 2003, une série de raisons expliquant cette situation a été dégagée : (i) Manque des moyens financiers et de budget adéquat, (ii) absence de personnel qualifié, (iii) manque de matériel et technique, (ix) compétences en matière de gestion des déchets inexistantes, (v) population insuffisamment sensibilisée, (vi) obstacle d'ordre institutionnel.

Depuis son accession à l'indépendance, l'archipel des Comores a signé plusieurs conventions internationales destinées à préserver l'environnement et ses ressources. Et dans le cadre de l'élaboration de son document de stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté (DSCR), le pays a inscrit comme préoccupation, de considérer les problèmes environnementaux comme faisant partie de ses priorités, et à intégrer l'environnement au niveau des activités socio-économiques [5]. Ainsi, la gestion des déchets s'intègre dans un cadre plus globale de protection de l'environnement et de développement durable et est régie notamment par une loi dite « loi cadre de 1994 ». L'Etat comorien a pu bénéficier des partenaires au développement (Système des Nations unies, Union européenne, Agence française de développement, Coopération française, Coopération chinoise, etc ...) des fonds destinés à assier une base solide et durable dans la filière déchet, depuis la gestion jusqu'au traitement.

En dépit, de ces initiatives véritablement engagées, les problèmes de la gestion des déchets ménagers aux Comores restent récurrents et peut être même sans solutions apparentes.

Toutes les études antérieures menées sur la situation des déchets aux Comores, montrent un système de gestion défaillant depuis la pré-collecte jusqu'au traitement avec une valorisation des déchets quasi-inexistante [6].

Dans ce contexte, cherchant à améliorer le système de gestion des déchets ménagers et assimilés des Comores, cette étude propose, dans un premier temps, un état des lieux de la gestion des déchets dans les trois grandes villes du pays, à savoir Moroni en Grande Comores, Mutsamudu à Anjouan et Fomboni à Mahéli ; ensuite, la proposition de certains éléments d'ordre juridique, institutionnel, financier et technique indispensables à une gestion durable des déchets ménagers.

2 ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES AUX COMORES

DÉFINITIONS DU CONCEPT DÉCHETS

Le terme déchet qui provient du verbe « déchoir » peut se définir de plusieurs façons selon les pays et ou les instances, mais il garde toujours le même principe : La nécessité de s'en débarrasser ou de l'éliminer [7]. Ainsi, la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements des déchets dangereux, définit « déchet » comme étant toute substance ou objet qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national. L'Union européenne, quant à elle, définit « déchet » comme toute substance ou tout objet, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire [8]. En droit français, est considéré comme un déchet, tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou d'une façon plus générale tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » [9].

2.1 DECHETS MENAGERS SOLIDES ET ASSIMILES DES COMORES

« Déchets ménagers et assimilés », est une expression dédiée respectivement aux déchets produits par les ménages et ceux produits par les activités économiques, professionnelles et administratives, et collectés par le service public d'élimination des déchets dans les mêmes conditions [10]. Ainsi, comme l'illustre la figure 1, aux Comores jusqu'en 2010, les déchets ménagers et assimilés faisaient l'objet, soit des dépotoirs sauvages soit, ils étaient placés en dépôts intermédiaires en attendant le service public de faire la collecte. Les associations intervenaient dans certains quartiers des villes où elles pratiquaient la pré-collecte des ordures au « porte à porte » auprès des ménages et leur évacuation aux dépôts intermédiaires. Quelques fois, elles se contentaient de brûler les déchets à ciel ouvert. Actuellement, avec l'aide des partenaires au développement dont les systèmes des Nations Unies, l'Union européenne et la Coopération sino-comorienne, les pouvoirs insulaires signent des contrats avec des prestataires privés pour assurer le ramassage des ordures.

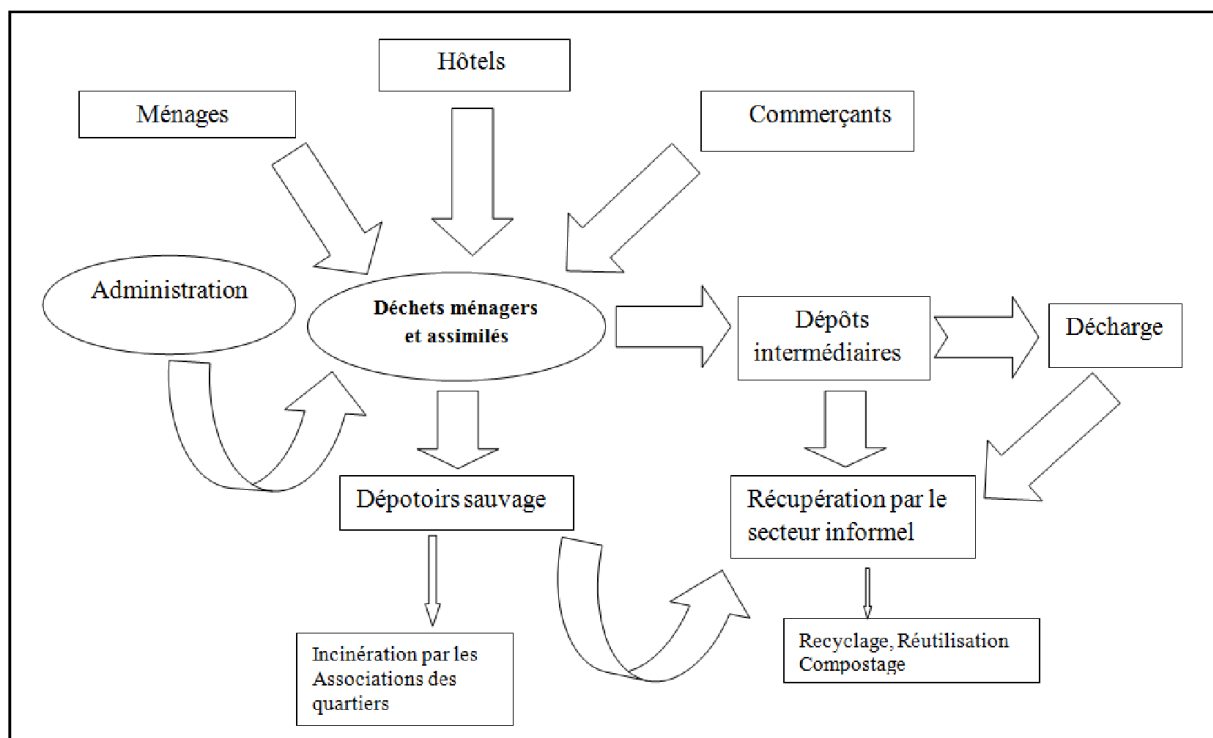


Fig. 1. Illustration de la provenance et de la destinée des déchets ménagers et assimilés produit aux Comores jusqu'en 2010.

Source: L'auteur

2.1.1 QUANTITES DES DECHETS GENERES AUX COMORES

Les études déjà menées aux Comores sur les « déchets solides » indiquent que chaque personne produit actuellement entre 0,3 et 0,6 kg /jour, ce qui donne une production moyenne de 0,4 kg /personne/ jour de déchets ménagers. Malgré le caractère insulaire du pays, il a été constaté que les déchets ménagers et assimilés produits aux Comores ont les mêmes caractéristiques. Cependant, les Quantités varient d'une localité ou d'une ville à une autre. En 2009, le total des quantités des déchets générés était estimé à 25903tonnes, soit 70,9 tonne par jour [11]. Ici, nous présentons les quantités journalières et annuelles en tonne des déchets ménagers et assimilés produites par chacune des villes concernées par l'étude.

Tableau 1. Quantités de déchets ménagers et assimilés produites aux Comores.

Désignation	Moroni	Mutsamudu	Fomboni	Total
Quantité de déchets (T/j)	32,5	27,8	10,6	70,9
Quantité de déchets (T/an)	11873	10161	3869	25903

Source : [11]

2.1.2 LA COMPOSITION DES DECHETS AUX COMORES

Pour bien déterminer les modes de tri, de collecte et de traitement les mieux adaptés, il est indispensable de connaître la composition des ordures ménagères. Ainsi, la composition qualitative des déchets ménagers solides et assimilés des Comores se présente comme le montre le tableau 2.

Tableau 2 : Composition des déchets produits aux Comores :

Nature	%	Origine	Destination
Organiques	50	Déchets ordures ménagères	Fermentescible
Ligneux	10	Déchets d'élagage et de jardin, Feuilles de cocotier, vannerie	Fermentescible
Plastiques	5	Sacs plastiques, bouteilles, PVC, films, etc.	valorisable, recyclable
Verre	2	Verres ménagers, récipients, flacons	Recyclable
Textiles	3	Vêtements et tissus usagés	Valorisable, incinérable
Encombrant	6	Equipements ménagers, carcasses voitures, pièces détachées	Recyclable valorisable
Aluminium	4	Canettes, ustensiles usagés de cuisine	Recyclable
Papier	7	Papiers et cartons, journaux, magazines	Recyclable
Autres	13	Batteries, piles, fournitures informatiques, pneumatique	Collectes spéciale, recyclable

Source : [11]

Compte tenu des chiffres donnés dans le tableau 2, on peut constater l'importance de la fraction fermentescible (60%) des déchets ménagers et assimilés produits aux Comores dont, 50% de déchets organiques et 10% de déchets ligneux. Ceci montre que le compostage serait parmi les meilleurs choix du pour la valorisation des déchets ménagers aux Comores.

L'humidité de la poubelle domestique, autrement dit des déchets ménagers provient pour l'essentiel, de la fraction fermentescible, constituée principalement des épluchures de fruits et de légumes, des marcs de café et de thé, des restes de denrées alimentaires, des textiles naturels (coton, laine, lin, etc.) et des tontes de gazon et élagages de jardins [12]. Les déchets ménagers produits aux Comores renfermeraient un pourcentage d'humidité estimée entre 40% et 60% [13].

2.1.3 CADRE JURIDIQUE, INSTITUTIONNEL ET REGLEMENTAIRE

Jusqu'en 2001, la gestion des déchets ménagers aux Comores, était du ressort des préfectures issues d'un système déconcentré. Elles avaient la charge de la collecte, du transport et de l'élimination avec des conditions extrêmement rudimentaires. Suite à l'adoption de la nouvelle constitution de 2001, accordant une large autonomie des îles, la loi cadre de 1994, seul instrument juridique régissant la sauvegarde environnementale des Comores, avait déjà stipulé en son article 54 que sur toute l'étendue du territoire des Comores, chaque collectivité publique, rurale ou urbaine, dans le cadre de ses compétences, prend les mesures nécessaires pour l'amélioration du cadre de vie des populations. En priorité entre autres, la collecte, le traitement et l'élimination des déchets [14]. A ce titre, l'émergence des collectivités locales est concomitante à la délégation de certains pouvoirs des préfectures aux communes dont la collecte et le transport des déchets ménagers produit dans chacune des villes constituant notre zone d'étude. Le traitement revient au pouvoir central.

2.1.4 LES ACTEURS DE LA FILIERE DECHETS AUX COMORES

Comme dans tous les pays du monde, aux Comores la préoccupation des déchets, n'est pas seulement une affaire de l'Etat ou des pouvoirs insulaires, mais bien aussi d'autres intervenants, notamment :

- ✓ Les associations des jeunes, qui organisent leurs propres projets, ils sont très efficaces dans les tâches d'animation, de communication avec les habitants. Elles participent activement aux campagnes de nettoyage comme bénévoles. Elles sont souvent constituées de jeunes sans emploi et disponibles pour des actions volontaires et présentent une opportunité pour démontrer des compétences, les mettre au service d'un quartier et d'un projet sanitaires [15] ;
- ✓ Les associations des femmes, puisque les femmes sont les premières concernées par la dégradation de l'environnement et du cadre urbain. Elles subissent le poids quotidien de l'insalubrité à l'échelle domestique. En cette circonstance elles s'organisent en associations dans les quartiers pour encourager les jeunes par tous les moyens ;
- ✓ Les organisations non gouvernementales, qui s'impliquent souvent dans le processus de gestion des ordures de la ville. On peut citer ici l'exemple de l'Association d'intervention pour le développement et l'Environnement (AIDE), qui organise souvent des séminaires de sensibilisation dans les quartiers. L'association ULANGA, qui organise de temps en temps des programmes de nettoyage de la ville, intitulés « Moroni ville propre » [1] ;
- ✓ Les leaders traditionnels, qui sont des notables, des chefs des quartiers, des religieux. Ils ont un rôle important dans la réussite des actions. Ils sont les médiateurs entre les habitants et les structures communautaires. Ils arrivent par leurs engagements individuels, à traduire des demandes collectives auprès des bailleurs pour organiser des journées de nettoyage de la ville ;
- ✓ Les Opérateurs privés, ce sont des entreprises privées qui signent des contrats temporaires pour l'exécution de la collecte, du transport et de la mise en décharge. Ces entreprises sont dotées des moyens matériel et humain pour mener à bien les prestations demandées [16].

2.1.5 LA GESTION ACTUELLE DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILEES DES COMORES

La gestion des déchets est une responsabilité qui incombe à tous les acteurs et nécessite une bonne articulation depuis la pré collecte jusqu'au traitement tout en parvenant à développer un modèle correspondant aux principes du développement durable. Les Comores, malgré son caractère insulaire, présentent des modalités de gestion des déchets qui ne sont pas différentes entre les îles. Elles s'adaptent à la réalité socio-économique du pays. Ceci dit, la faiblesse des moyens financiers et humains favorise le développement du secteur informel qui se positionne sur le service de la pré collecte et de la récupération. Dans cet article, nous allons montrer comment se fait la gestion des déchets ménagers pour chaque île dans sa zone d'étude, depuis le conditionnement à domicile, la pré collecte, la collecte, les moyens financiers, les équipements d'évacuation et le traitement

2.1.5.1 LE CONDITIONNEMENT À DOMICILE

Que ce soit à Moroni [Grande Comores], à Mutsamudu [Anjouan] ou à Fomboni [Mohéli], les conditions de stockage et de conservation des déchets sont les mêmes, archaïques, ne respectant pas les normes de sécurité hygiéniques. Les déchets sont placés sans tri préalable, soit dans des vieux seaux, soit dans des récipients traditionnels. (voir fig 3 et 4).



Fig 2 : Vieux seau prêt à accueillir les ordures ménagères
Source : [17]



Fig 3 : Ordures ménagères placées dans un récipient traditionnel.
Source : [17]

2.1.5.2 PRE COLLECTE ET COLLECTE DES DECHETS MENAGERS AUX COMORES

La pré collecte se traduit par l'ensemble des ordures ménagères, depuis le logement jusqu'au lieu de collecte par le service public, nécessitant l'usage de récipients comme par exemple sacs, poubelles, bacs, caissettes, colonnes d'apport volontaire pour recueillir les ordures ménagères. Aux Comores, cette activité se fait au travers les dispositifs illustrés par les figures 3 et 4 ci haut présentées. Ici nous présentons les modalités de précollecte et de collecte dans chaque ville concernée par l'étude : Moroni, Mutsamudu et Fomboni.

✓ Cas de Moroni [Grande Comores]

Depuis 2010, que la préfecture de Moroni a légué les compétences de la gestion des déchets à la commune, comme le veut l'article 54 de la loi cadre de 1994, les habitants se sont vus interdits de déposer leurs ordures le long des routes ou à proximité de leurs habitations. La pré collecte se fait par « porte à porte » entre 13h00 et 19h00, au moment où les camions circulent dans les quartiers pour le ramassage des ordures ménagères. Dans certains endroits où l'accès des camions est difficile les habitants apportent les déchets et se mettent sur les itinéraires de collecte pour attendre les camions. Les déchets provenant d'autres activités (commerce, hôtel, bureau) placés non loin de leur lieu de production, font l'objet d'un enlèvement régulier au même moment et sont acheminés avec les mêmes conditions que les ordures ménagères vers la seule décharge du pays (décharge d'Itsoundzou).



Fig 4 et 5 : A l'arrivée du camion dans le quartier, les habitants y jettent les déchets par eux-mêmes

Source : L'auteur, Janvier 2014

✓ **Cas de Mutsamudu [Anjouan]**

La ville de Mutsamudu est divisée en 3 zones pour 3 dépôts intermédiaires identifiés par la mairie. Ici la précollecte se fait par apport volontaire et les habitants y déposent leurs ordures qui sont par la suite ramassé par un petit camion de la préfecture. Ces déchets sont alors déversés à la mer ou subissent une incinération sauvage. Cette opération est loin de couvrir toute la ville. Par conséquent, les populations qui vivent à proximité de la mer, y déversent directement leurs ordures. Par contre, celles peu éloignées, se contentent d'un simple brûlage à ciel ouvert, ou simple rejet des déchets dans les rivières. Il a été donc constaté, qu'à Mutsamudu, 54% des ménages déversent leurs ordures à la mer, 24% dans les rivières et les quelques 20% restant reçoivent le service des associations ou déversent les ordures dans des ravins profonds [4, 6,16].

✓ **Cas de Fomboni [Moheli]**

A Fomboni, la marie en charge de la gestion des déchets ménagers ne dispose d'aucun véhicule pour le ramassage des ordures. Les habitants jettent leurs déchets le long de la plage (voir Fig 7), ou dans des caniveaux. Aucune initiative d'évacuation des déchets. Soient, ils sont brûlés à la plage, soit à proximité des habitations et donc au plus près de leur lieu de production.



Fig 6 : déchets déposés sur la plage (Fomboni)

Source : [15]

2.1.5.3 MOYENS FINANCIERS ET EQUIPEMENTS D'EVACUATION DES DECHETS MENAGERS AUX COMORES

Dans la ville de Moroni, où il ya un semblant d'évacuation des déchets vers une décharge, le ramassage est assuré par deux entreprises privées qui se partagent la ville en deux zones : **Moroni Sud** et **Moroni Nord**.

2.1.5.3.1 EQUIPEMENTS ET MATERIELS D'EVACUATION DES DECHETS DES DECHETS MENAGERS AUX COMORES

Les deux zones sont desservies par des camions qui n'ont pas forcément les mêmes conditions d'adaptation au système d'évacuation des déchets.

✓ **Cas de Moroni nord**

Cette zone est desservie par une entreprise privée. Cette entreprise qui exécute sa prestation dans les quartiers de Moroni-Iconi, zilimadjou et Mtsangani, avait commencé avec des camions ne respectant pas les normes c'est-à-dire des camions ordinaires (Fig 7 et 8 ci-dessous). Actuellement la société a évolué et possède 5 camions appropriés au système d'évacuation des déchets, voir figures (9 et 10).

✓ **Cas de Moroni Sud**

Cette zone est desservie par une autre entreprise privée qui a quatre camions dont deux de 16 m³, un de 24 m³ et un de 30 m³. La charge est comprise entre 11 et 12 tonne de déchets par jour. Les déchets ménagers et assimilé ramassés sont évacués vers la décharge de itsoundzou.



Fig 7 : ancien camion d'évacuation des déchets en vue d'arrière.

Source : l'auteur, janvier 2014



Fig 8 : Ancien camion d'évacuation des déchets en vue de profil.

Source : l'auteur, janvier 2014



Fig 9 : l'auteur relève les spécificités techniques du camion

Source : L'auteur, Janvier 2014



Fig 10 : Nouveaux camions tasseurs adaptés au système d'évacuation.

Source: L'auteur, Janvier 2014

2.1.5.3.2 SOURCES ET MODALITES DE FINANCEMENT DE LA GESTION DES DECHETS MENAGERS AUX COMORES

Seul Moroni, capitale des Comores présente un aperçu clair sur les sources et les modalités de financement de la gestion des déchets : (i) Une subvention mensuelle de neuf millions de francs comoriens allouée par le Gouvernement est destinée à la collecte, à l'évacuation et au traitement des déchets de la capitale; (ii) des taxes perçues par la commune de la capitale sur les deux marchés et destinées à la collecte et à l'évacuation des déchets des marchés, au balayage des rues, des places publiques, à la surveillance et à la gestion des sites de stockage intermédiaires et de sensibilisation des ménages; (iii) Les redevances éphémères et inorganisées payées par les ménages aux associations locales pour la pré collecte des ordures dans certains quartiers; (iv) les subventions de la coopération internationale bilatérale et multilatérale destinées à payer l'assistance technique et les formations offertes par les consultants internationaux [16].

2.1.6 LE TRAITEMENT

2.1.6.1 LA VALORISATION

La valorisation a pour but de redonner une valeur marchande aux déchets en les faisant sortir du circuit traditionnel de collecte et de traitement. Par définition, elle s'oppose à l'élimination [18]. Valoriser un déchet est une activité à intérêt multiple, car elle permet de réduire les quantités à enfouir et donc moins de nuisance sur l'environnement mais aussi elle contribue fort à l'économie solidaire. Cela, que s'articule l'initiative d'instauration d'un système de gestion durable des déchets. Or, aux Comores, les activités de valorisation des déchets sont très peu connues. Le réemploi et le recyclage sont quasiment inexistants. Seuls quelques cas très rares de tentative de valoriser la fraction organique pour la fabrication du compost de façon artisanale.

L'expérience la plus importante en matière de compostage est celle réalisée par le projet « Collecte et traitement des déchets de la ville de Moroni ». Malheureusement ces initiatives, souffrant de financement ne se pérennisent pas malgré le coup de pouce apporté par les partenaires au développement des Comores. Cette option de valorisation de la fraction organique par transformation biologique semblerait la mieux orientée selon des études antérieures qui ont essayé de donner les raisons de ce choix : (i) l'importance de la fraction fermentescible (60%); (ii) faire du compostage serait donc un moyen de

réduire le volume de déchets à collecter, à transporter et à enfouir; (iii) une enquête auprès des maraîchers sur l'ensemble du territoire des Comores en 2009, et selon des informations issues du recensement agricole (2004), la fertilité des sols est de plus en plus en baisse et l'usage d'engrais chimiques seuls ne favorise pas la restauration des sols. Le compost pourrait être un bon moyen de restauration des sols au Comores; (ix) il y a une augmentation incessante des prix des engrais chimiques et les agriculteurs ont du mal à s'acheter; (v) le manque de contrôle et de traçabilité des engrais qui viennent aux Comores. Mais, d'autres paramètres sont aussi importants : les paramètres chimiques.

2.1.6.2 L'ÉLIMINATION

L'élimination des déchets dans les pays en voie de développement se fait suivant deux modes : La mise en décharge sauvage ou l'incinération. Aux Comores, en plus de la mise en décharge et de l'incinération, on peut observer que les habitants se contentent de jeter leurs ordures en mer, sur les plages ou même dans les cours d'eau. Ce phénomène s'observe souvent à Fomboni et Mutsamoudu. A Moroni où il existe un semblant d'organisation, les déchets sont évacués à la décharge nouvellement aménagée où ils vont faire l'objet d'une récupération par le secteur informel. Les déchets ultimes y restent dans des conditions non respectueuses de l'environnement. Ce qui ne nous garantit à rien quant à une nouvelle protestation de la part des populations environnantes.

3 RECOMMANDATIONS POUR AMELIORER LA GESTION DES DECHETS AUX COMORES

Gérer les déchets, est une affaire qui devrait préoccuper chaque citoyen comorien dans le but de réduire leurs effets néfastes et de tirer profit de leur potentialité. L'instauration d'un système de gestion durable des déchets ménagers, est corollaire à un système intégrant la dimension environnementale, sociale et économique.

Cet article qui entre dans le cadre de la contribution à l'amélioration de la gestion des déchets aux Comores, propose des éléments à intégrer dans le système, de manière à répondre à un impératif d'intégrité écologique et de viabilité socio-économique.

3.1 AU NIVEAU INSTITUTIONNEL

Compte tenu des obstacles d'ordre institutionnel, caractérisés notamment par une confusion totale et une mauvaise définition des responsabilités de la gestion des déchets entre le pouvoir de l'Union des Comores et les îles autonomes, il est indispensable face à une telle situation et pour une gestion durable des déchets, de converger les responsabilités en mettant en place une structure nationale pilote qui reflète à la nouvelle configuration des Comores (Union des Comores). Il s'agirait de créer une Agence Nationale Pilote de Gestion Intégrée des Ordures Ménagères (ANPGIOM).

De cette Agence, placée sous la tutelle du Ministère de la production en charge de l'environnement, se déclinerait trois structures d'exécution des communes, des villes concernées par l'étude. Chaque structure sera composée des techniciens spécialisés et compétents pour la mise en œuvre de la politique nationale de la gestion des déchets ménagers. Ainsi la figure 11 donne un aperçu sur les structures d'exécution communales, sur l'Agence en question et sur le Ministère de la production et de l'environnement, Delors, représentant de l'autorité gouvernementale centrale.

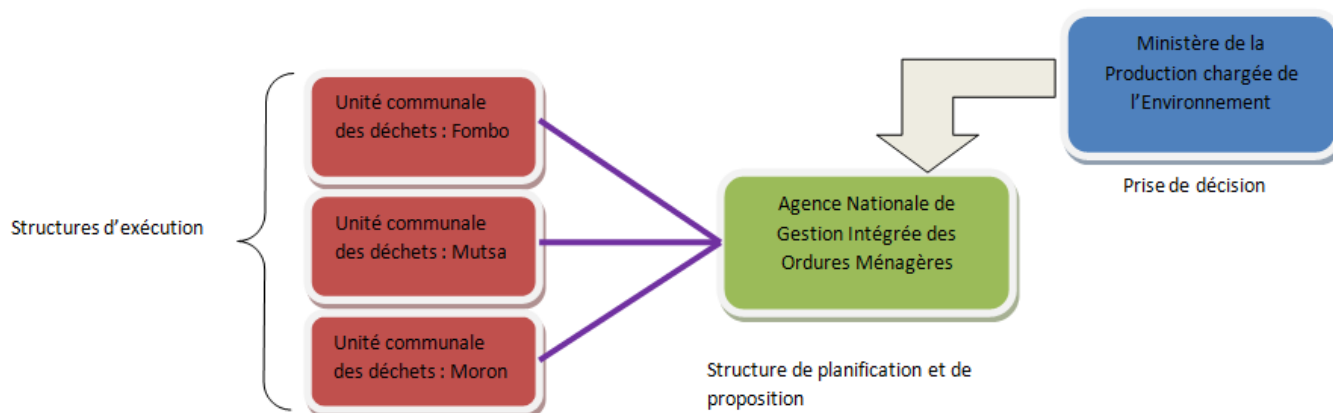


Fig 11 : Scénario proposé pour la structure de l'Agence Nationale de Gestion Intégrée des Ordures Ménagères (ANGIOM) .

3.2 AU NIVEAU JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

Toute volonté de protection doit s'appuyer sur des bases juridiques. Or à ce jour, aux Comores, il n'existe pas à proprement parler, des textes juridiques et / réglementaires spécifiques à la gestion des déchets. Celle-ci, s'intègre cependant, dans un cadre plus globale de protection de l'environnement et du développement durable, régi notamment par une loi dite « loi cadre de 1994 ». En dépit de l'existence de cette loi cadre, la situation des déchets aux Comores s'empire du jour le jour à cause de l'inadaptation de cette loi au contexte institutionnel actuel et les éléments de sanctions aux violations de la réglementation qui y font cruellement défaut. Dans cet article, l'étude propose l'élaboration de nouvelles lois propres à la gestion des déchets à l'échelle nationale et à l'échelle insulaire pour combler les lacunes juridiques, notamment les sanctions aux violations de la réglementation et l'instauration des incitatifs fiscaux. Il est aussi indispensable de mettre en place une charte des responsabilités de tous les acteurs impliqué dans le système.

3.3 AU NIVEAU TECHNIQUE

L'amélioration du système de gestion des déchets ménagers aux Comores ne peut être effective et durable que lorsque les éléments techniques soient mobilisés de façon adéquate et respectueuse de l'environnement. Une gestion durable des déchets devra intégrer la prévention, la formation, et la sensibilisation, portant sur les techniques de tri, de collecte, de transport, de valorisation et d'élimination. Et de surcroit, comme toute politique de gestion durable des déchets, mettre en avant, le principe de proximité et le principe de responsabilité élargie. Pour cela l'optimisation des éléments suivants paraît imminente :

3.3.1 LA PRÉVENTION

Elle consiste à réduire la quantité et la nocivité des déchets ménagers. Pour cela elle devrait s'appuyer sur une formation des jeunes et une sensibilisation des habitants et sur une volonté affichée des associations de quartiers par des actions auprès des ménages. L'objectif visé étant un changement des comportements des ménages à long terme et va dans le sens d'un développement durable. Cette prévention peut commencer par la mise en place des partenariats pour une meilleure communication envers les habitants. En outre, des ateliers de tri et de valorisation seront prévus. Ils vont être gérés par les associations des quartiers ayant bénéficié au préalable des formations pertinentes

3.3.2 LA FORMATION

Elle concerne les associations des jeunes dans les quartiers, les chefs des quartiers et les opérateurs de la collecte. A cet effet, un comité de formation et de sensibilisation, va mettre sur pied un programme de formation adapté au profit des jeunes qui, par la suite vont assurer, d'une part la formation des chefs des quartiers et des opérateurs de la collecte et d'autre part la sensibilisation du public et des ménages.

3.3.2.1 FORMATION DES FORMATEURS

Elle sera axée sur les techniques de tri à domicile, la réutilisation des objets et les mesures nécessaires à la préservation de la santé publique et de l'environnement.

3.3.2.2 FORMATION DES CHEFS DES QUARTIERS

Elle vise à informer les chefs des quartiers sur les enjeux liés à la gestion des ordures ménagères et qu'ils deviennent des interlocuteurs potentiels.

3.3.2.3 FORMATION DES OPERATEURS DE LA COLLECTE

Un plan de formation en faveur des opérateurs chargés de la collecte dans les entreprises sera élaboré. Cette formation vise à améliorer la qualité du service de prestation en leur dotant des outils de gestion et d'optimisation de leurs activités.

3.3.3 LA SENSIBILISATION

Il est important de sensibiliser le public sur le programme initié pour qu'il y adhère. La sensibilisation devrait être systématique auprès des citoyens ; adultes, usagers, et enfants ; dans le cadre d'une démarche pédagogique pour la protection de l'environnement et le respect du cadre de vie. Cette compétence sera assurée par une équipe multisectorielle de sensibilisation et de formation.

3.3.3.1 SENSIBILISATION DU PUBLIC

En fait, il s'agit de multiplier les ateliers et les réunions publiques dans les quartiers et de développer plusieurs stratégies de communication (média, affichage, dépliants) en vers le public cible. C'est-à-dire les ménages, les associations des femmes et les associations des jeunes. Les thèmes des ateliers devraient être centrés sur le tri à domicile, la collecte et la valorisation des déchets surtout la réutilisation et le compostage individuel. Aborder les questions sanitaires et économiques liés aux mauvaises conditions d'hygiènes

3.3.3.2 ANIMATIONS SCOLAIRES

L'étude propose des animations en milieux scolaires pour s'adresser aux enfants, sensibles aux enjeux de l'écologie et bons vecteurs d'informations pour faire changer les habitudes des adultes. Il sera proposé par ailleurs, la mise en place des clubs environnementaux entre les élèves encadrés par les enseignants des sciences naturelles et de géographie. Les associations interviendront dans les écoles pour expliquer le tri et la valorisation de façon ludique.

3.3.4 L'ORGANISATION TECHNIQUE

Elle sera axée sur les techniques de la pré-collecte et la collecte, la valorisation des déchets (réutilisation, récupération, recyclage et compostage) et la mise en décharge des déchets ultimes.

3.3.4.1 LA PRÉ-COLLECTE

Le tri sélectif à domicile est l'étape privée de la collecte des ordures ménagères. Il se situe en amont de la prise en charge des déchets par le service de collecte « au porte à porte ou par apport volontaire ». Elle est la responsabilité des ménages bénéficiant ce service. En effet, les associations des quartiers veilleront à ce que le passage à cette étape soit un succès.

Des équipes préalablement formées, issues des associations vont passer régulièrement dans les ménages pour lancer le tri avec des méthodes pédagogique de communication.

L'étude propose pour chaque ville constituant la zone d'étude, la création des structures de proximité sous le contrôle des associations et dont la mission principale est de recevoir les objets valorisables non fermentescibles (bouteille, flacon en verre, boîte de canette vide, etc...), la mise en place des bacs roulant à couvercles pour recevoir la fraction fermentescible et des conteneurs pour les déchets ultimes. La première sera réparée ou nettoyée lorsque cela est possible et revendu dans des points de vente créés à cet effet. La seconde, et la dernière feront l'objet de la collecte par les entreprises prestataires.

3.3.4.2 LA COLLECTE

La collecte constitue la 2ème étape de la gestion des ordures ménagères. Elle consiste à enlever les déchets présentés dans les bacs ou sur les points de regroupement (conteneurs) prévus à cet effet. Ils sont ensuite acheminés vers les différentes filières de traitement.

Dans ce présent cas, l'étude prévoit que les déchets placés dans les bacs roulant et ceux placés dans les conteneurs feront l'objet d'un enlèvement au porte à porte. Ils seront évacués vers des centres de tri ultimes créés non loin des décharges où les associations de fabrication du compost artisanal et du secteur informel vont procéder à un tri ultime avant la mise en décharge.

Deux entreprises privées ayant déjà opéré sous contrat des projets et qui ont fait preuve de responsabilité et de professionnalisme seront chargées de ces prestations sous contrat d'une année renouvelable signé auprès de la commune de chaque ville. L'une (entreprise 2) sera confiée au ramassage des déchets placés dans les bacs et l'autre (entreprise1), les déchets placés au niveau des points de regroupement (conteneur).

Les modalités de paiement et les horaires de prélèvement des ordures seront déterminés suivant un programme qui sera établi par la commune de chaque ville en commun accord avec les associations. Par ailleurs, le renouvellement des contrats des prestataires se fera sur la base d'un rapport annuel qui sera établi par un comité d'évaluation et de suivi des opérations sur le terrain.

- ✓ **collecte porte à porte** : le porte à porte, concerne uniquement les déchets putrescibles issus des produits alimentaires. L'habitant dépose quotidiennement dans les bacs placés à proximité des habitations où le service de collecte de l'entreprise 2 enlève ses ordures suivant les horaires fixées par l'agence et les responsables de cette entreprise.
- ✓ **collecte par apport volontaire** : Les déchets industriels banals (papier, plastique, carton, ferraille et bois) et les déchets toxiques des ménages (produit corrosif, polluants ou inflammables, boutons, piles) seront déposés par l'habitant lui-même dans des conteneurs placés dans chaque quartier de la ville. Ils seront enlevés par le service de collecte de l'entreprise 1.

3.3.5 VALORISATION

L'étude prévoit une campagne de sensibilisation destinée à encourager les bonnes volontés du secteur informel spécialisé dans le recyclage notamment dans la fabrication d'ustensiles de cuisine à partir de l'aluminium extrait des cannettes des boissons et d'autres objets. Elle propose également d'encourager les associations périurbaines qui se lancent dans des petits projets de compostage artisanal de la fraction fermentescible des ordures ménagères.

3.3.6 LE TRAITEMENT

Elle est la dernière phase de la gestion des déchets. Une fois les déchets recyclables ou valorisables orientés vers les filières adéquates, le reste des déchets, appelé déchets ultimes, doit être traité de façon écologique.

La création d'une décharge contrôlée pour chaque ville constituant la zone d'étude doit être une préoccupation nationale. Toute fois la décharge sauvage du site « d'Itsoundzou » utilisée actuellement devrait faire l'objet de contrôle mensuel par une équipe compétente de suivi et d'évaluation.

La figure ci-après (Figure 12), illustre un exemple de scénario technique pour une gestion durable et une élimination responsable des déchets ménagers aux Comores.

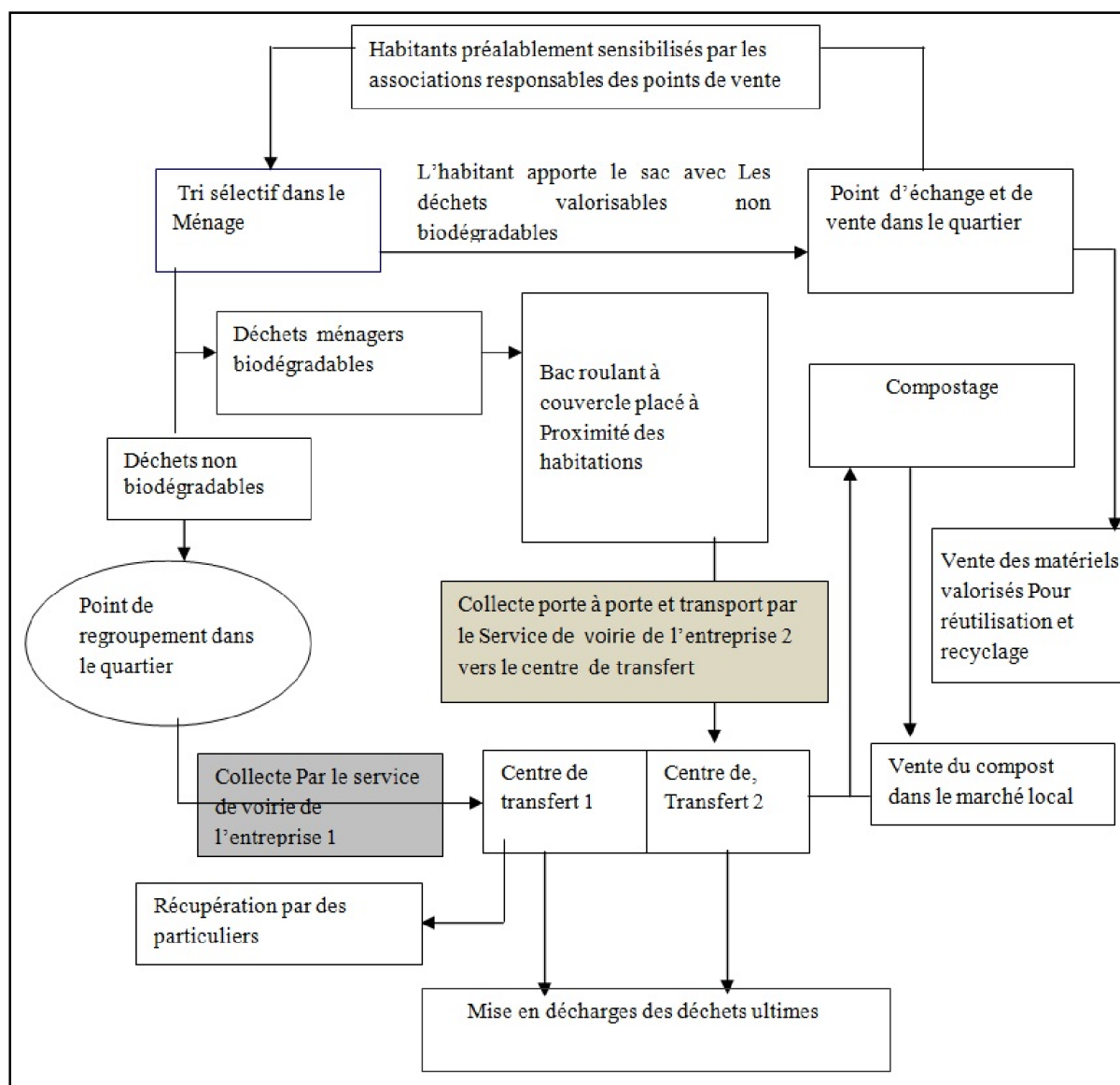


Fig 12 : Exemple de scénario de gestion et d'élimination des déchets ménagers aux Comores

3.4 AU NIVEAU FINANCIER

L'efficacité et la viabilité d'un système dépend de l'équilibre financier considéré dans sa globalité. Ainsi un système ne peut fonctionner de manière durable que si ses frais récurrents sont supportés par ses bénéficiaires. C'est pourquoi dans le cadre de cette étude, on propose la création d'une loi sur la taxe d'enlèvement des ordures ménagères pour un service rendu (TEOM) pour les 3 grandes villes du pays qui constituent la zone d'étude. La Mairie de chaque ville aura donc recours à une diversité de formes et sources de financement :

- ✓ financement direct subventionné annuellement par l'Etat sur fonds propres ou par emprunts.
- ✓ financement par recours à des taxes sur l'enlèvement des ordures ménagères (TEOM).

Ces taxes devraient être payées par les ménages et par les propriétaires des biens immobiliers (garages, stations de réparation des pneus, stations d'essences et gasoil, locaux commerciaux et artisanaux, hôtels et établissements scolaires privés). Et elles seront payées en fonction de la contribution financière prononcée lors d'une enquête (ménage) qui fera suite à ce travail.

D'autre forme de taxation est envisageable, notamment une redevance dont l'idée est basée sur le principe du pollueur-payeur. En effet le rapport national 2004, de la conférence des Nations Unie sur le développement durable aux Comores,

établi par le Ministère de l'environnement en charge de la production et de l'environnement, de l'Energie, de l'Industrie et de l'Artisanat, démontre que plus de 80% de matières plastiques (plastic en emballage ou en bouteille ou toute autre forme) et plus de 95% des boites métalliques (boite du lait industriel, cannette de boissons, boites de tomate, boites de sardine) sont importés de l'Europe, de l'Afrique de l'Est, de Madagascar ou de Dubaï. Les auteurs de ces importations sont les commerçants et les jeviens (immigrés vivant en France). On proposerait que ces activités d'importation soient assujetties à une redevance spéciale conformément au principe du pollueur-payeur, TDBIE (taxe douanière sur les biens importés en emballage et le produit de conserve).

4 CONCLUSION

L'instauration d'un système de gestion durable des déchets aux Comores tout comme dans les pays en voie de développement est indispensable, et nécessite un engagement réel et ferme de tous les acteurs (coresponsabilité), dans toutes les étapes de la gestion des déchets. L'on sait que la gestion des déchets aux Comores rencontre de nombreuses difficultés d'ordre technique, organisationnel et financier. Il est temps de penser à organiser la collecte dans les quartiers des villes concernées par l'étude car la mauvaise gestion des déchets dans ces villes augmente les risques sanitaires, auxquels s'expose quotidiennement la population comorienne. Jusqu'à nos jours les déchets organiques des Comores finissent en décharge ou en incinération et deviennent des vecteurs des pollutions et de nombreuses maladies. Tout en incitant sur le principe de responsabilité élargie qui est fondamental dans la gestion durable des déchets, il est indispensable de percevoir les déchets comme des ressources secondaires qui peuvent avoir une deuxième vie en étant réutilisés, recyclés ou compostés. C'est-à-dire, de considérer la gestion des déchets, pour des raisons de durabilité, de façon circulaire plutôt que linéaire. D'autant, que toute politique de développement durable doit intégrer le besoin de valoriser et d'éliminer les déchets dans des conditions appropriées et au même titre que le besoin en eau et en électricité.

REMERCIEMENT

Je tiens ici, à remercier les responsables des unités de recherches (Centre National de documentation et de recherche scientifique des Comores, la Bibliothèque de l'Université des Comores, l'Institut national de recherche agronomique des Comores, la Bibliothèque et le Laboratoire de biotechnologie, Environnement et Qualité de la Faculté des sciences de l'Université Ibn Tofail de Kenitra, la Bibliothèque de l'Institut marocain de l'Information scientifique et technique [IMIST] à Rabat, la Bibliothèque Nationale de France à Paris) qui, au cours de cette période de recherches documentaires n'ont aménagé d'effort pour me faciliter l'accès à la documentation sur des ouvrages et à travers leurs sites internet.

REFERENCES

- [1] Ali Issihaka, « Analyse diagnostique de la gestion des ordures ménagères de Moroni (Comores) », Mémoire présenté à l'Université Senghor d'Alexandrie, pp 3, 2007.
- [2] Jérémie Cavé, CNRS, AFD, « la gestion des déchets à Coimbatore (Inde) : Friction entre politique publique et initiative privée », pp 7, 2010.
- [3] Ministère de la production et de l'environnement, « Profil national de l'environnement de l'Union des Comores », 2002, pp 10-14.
- [4] Hydroplan, rapport d'études sur la gestion des déchets aux Comores, Ministère de l'environnement des Comores, 2003.
- [5] Ministère de l'environnement de l'Union des Comores, « Plan National de la convention de Stockholm » pp 18, 2007.
- [6] Souleymane DEMBELE, « étude de faisabilité de la production de gaz méthane à partir des Rejets organiques aux Comores », pp 24- 26, 2013.
- [7] Youssouph SANE, « la gestion des déchets à Abidjan : un problème récurrent et apparemment sans solution », African Journal of Environment Assessment and Management, Vol. 4No. 1; 13-22, pp 14. 2002
- [8] Nada Chbat, « Les paysages de décharges publiques urbaines au Liban: quelle problématique ? » Projet de Paysage - www.projetsdepaysage.fr, pp 1, 2010.
- [9] Code de l'environnement français : Article 1 de la loi du 15 juillet 1975 <http://www.observatoiredesdechets76.net/definition-dun-dechet/>, 2003.
- [10] Communauté d'agglomération de Rennes, Commune de Saint Gilles « Plan Local d'Urbanisme », pp 5, 2006.
- [11] Mouafo et S. Hassani, « Rapport national sur l'étude de faisabilité pour la transformation des déchets organique en compost aux Comores », Programme de Coopération Décentralisé, pp 14,15, 2009.
- [12] Maurice Zarazin, 2002, « Le traitement écologique des déchets » appel.net/pages/doc_tech/traitecolo.htm, 2009.

- [13] Jacques Grelot, 1993, Rapport national sur le diagnostic de l'état de l'environnement aux Comores, Ministère de l'environnement et de la production
- [14] Ministère de l'environnement des Comores, « Loi cadre relative à l'environnement aux Comores, Loi n° 94 -018 du 22 juin 1994 », pp 9, 1994.
- [15] *Aboubacar TAYFA*, « *Evaluation environnementale de la gestion des déchets aux Comores* », mémoire de fin d'étude présenté à l'Université d'Antananarivo, pp 34- 36, 2000.
- [16] Omar Cissé, « Rapport de mission exploratoire sur la formulation d'un programme de gestion intégrée de déchet solide pour les principales villes de Comores ». Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), pp 9-12, 2007.
- [17] Mouafo & S. HASSANI, «Rapport de mission sur la mise en place du processus de gestion de déchets de communes de l'agglomération de Mboudé-Mitsamihouli en Union des Comores, pp 14,15, 2011.
- [18] *Audrey Mercier*, « *la valorisation des déchets* » : *le recyclage*, *www.pratique, écologie, environnement*, mai 2011.

Do CEO characteristics affect earnings management? Evidence from France

Zeineb Zouari¹, Faten Lakhal², and Mehdi Nekhili³

¹Faculty of Economics and Management of Sousse and Tunisia Polytechnic School,
University of Sousse, Tunisia

²IRG, University of Paris-Est and the ISG,
University of Sousse, Tunisia

³UFR Economic and Management Science,
University of Reims Champagne Ardenne, France

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

ABSTRACT: This study attempts to add to the small body of existing literature relating Chief executive officer characteristics to earnings management. Our research was carried out on 153 French listed companies during 2008. Using discretionary accruals as a proxy for earnings management, we found a significant positive relationship between CEO characteristics and earnings management. This suggests that since reputed CEOs are well compensated, they are more afraid to lose their compensation level, and their incentive to manipulate their firm's earnings therefore increases. Findings also indicate that the dual CEO-chair relationship encourages CEOs to manage earnings, particularly when CEO-chairs hold the major proportion of equity in the firm. This finding suggests that CEO-chairs use their managerial power and the freedom from control to extract private yields. Finally, we present new on the relationship between CEO expertise and earnings management, showing that expertise positively affects CEO's behavior leading to their using aggressive earnings management.

KEYWORDS: CEO reputation, duality, management ownership, CEO expertise, earnings management.

1 INTRODUCTION

The eyewitness of the late of the 1990s and the early years of the 2000s notice the misreporting by companies on a large scale. The legendary wrecks of Enron, WorldCom and Parmalat stand out as landmarks in recent economic history. Those scandals involve managers' manipulation in financial reports (i.e. misstatements of incomes), accounting standards' choices and management decisions. For example, as accrual accounting attempts to match the initial cash flow against the future inflows from the investment, managers may allocate excessive amounts for provisions or generous reserve accounting. Another method of manipulating earnings is to take expenses that are not expected to generate future cash flows and label them as investment expenditures. WorldCom is a striking example of such misapplication of accrual accounting.

With these corporate scandals 'aftermath, major researches focused on the variables that affect CEOs' earnings management decisions. Our study adds new evidence to the few studies discussing whether executive managers affect their firm's accounting outcomes. Previous literature have provided little evidence on the extent to which differences in managerial attitudes such as CEO overconfidence and charisma are reflected in earnings management (Davidson, Jiraporn, Kim & Nemeč, 2004; DeFond, Hann & Hu,, 2005; Hribar & Yang, 2010). Other academic researches have studied concurrent associations among CEO reputation, CEO tenure and CEO duality, and such issues as, corporate governance, firm performance and compensation (Allgood & Farrell, 2000; Milbourn, 2003; Karuna, 2009). However, there has been much little evidence of the impact of management characteristics on earnings management. Francis, Huang, Rajgopal & Zang (2008), for instance, demonstrate a significant relationship between managerial reputation and quality of earnings. They identify three competing explanations of such association: rent extraction, matching explanation and efficient contracting.

The rent extraction explanation considers reputed managers' use of earnings quality as a way to manage labor and stock market perceptions. The matching explanation predicts that selection on the part of firms gives rise to a demand for reputed CEOs for firms where earnings quality is poor. Ultimately, the efficient contracting view suggests that reputed CEOs take actions resulting in good earnings quality. The authors document a negative relationship between CEO press coverage and the quality of accruals, suggesting that firms that are more challenging to manage earnings require more reputed CEOs.

Earnings management is the use of the flexibility in accounting principles that allow managers to influence reported earnings, thereby causing reported income to be larger or smaller than it would be otherwise. We contribute to the literature by presenting further evidence that CEO characteristics have significant explanatory power for earnings management. Specifically, we propose that the decision making by CEOs can be influenced by their characteristics, in practically their reputation, expertise and duality share ownership.

Our investigation of the association between CEO characteristics and earnings management is motivated by two main reasons. First, users of financial statements rely on the managerial human aspects in their assessment of the financial reporting statements. Second, the executives' tendency to consistently manage earnings, especially the case of Jack Welch the CEO of General Electric, raise substantial questions about whether highly reputed top managers with long tenure exercise their managerial discretion to maintain their reputation as well as to report strong financial performance to the stock market. In this context, Malmendier & Tate (2009) argue that superstar CEOs manage earnings to inflate reported performance to meet market expectations of "superstar performance".

Our tests are performed on 153 French listed firms over the year 2008. We study the French context because it is characterized by weak legal institution, large number of family controlled firms, and managers usually member of the controlling family. This enable us to build our assumption for duality share ownership. We use discretionary accruals as a proxy for earnings management, and we use the frequency of press coverage as a measure of CEO reputation. Using the modified Jones (1995) model, we find that earnings management measure is significantly and positively associated with press coverage, which is the reputation proxy, with executive manager's expertise, and with duality share ownership. These findings suggest that reputed CEOs are more likely to manage earnings than less reputed CEOs. This influence intensifies when the CEO holds the largest portion of firm's equity at the same time he holds the same position as chairman of the board in the firm. Consistently, reputed executive managers are well compensated, and in order to maintain their compensation, they are more willing to manipulate their firm's reported earnings. On the other hand, CEO-chairman who acts as the majority shareholder benefits from lack of monitoring, and he is more likely to use his managerial discretion to maximize his welfare. Besides, as the French civil law fails to consistently enforce basic minority investor protection, earnings management tend to be higher when legal protection is low, because in such a country, insiders benefit from greater private control advantages which may result in stronger incentives to obscure firm performance (Leuz, Nanda & Wysocki, 2002).

The remainder of the paper is organized as follows: The first section presents theoretical background. The second reviews related research and literature that relate CEO characteristics with earnings management, specifically with CEO reputation, expertise and with duality share ownership. The next section provides a discussion of the research hypotheses., followed by the description of the empirical methodology used to test the hypotheses. Finally, we discuss the main results and report conclusions.

2 LITERATURE REVIEW AND HYPOTHESES DEVELOPMENT

2.1 CEO REPUTATION AND EARNINGS MANAGEMENT

CEO reputation has never been more commendable. It can be seen as an "intangible" asset thought of as a sort of "brand" that CEOs be able to develop. In the manager's market, the reputation of managers is not only a long-term success in management line of work, but also an important proof of its ability of operating and managing. Moreover, CEO reputation plays a major role in determining company's reputation (Gaines-Ross, 2000)¹. Consistent with Diamond (1989), Holmstrom (1999) and Milbourn (2003), the CEO reputation is the market assessment of his ability. Though identifying a set of measures to capture the CEO's perceived ability seems not to be a trivial work, Milbourn (2003) and Rajgopal, Shevlin & Zamora (2006)

¹ The author shows that CEO reputation accounts for up to 50% of corporate reputation.

are the only authors that have aimed to empirically proxy for CEO reputation. They find that more reputed CEOs are mentioned by the financial press more often than less reputed CEOs.

Agency theory predicts that managers are motivated by their own interest and states that monitoring is crucial to evaluate their performance. However, it could not reveal why managers engage in earnings management in first place. Watts & Zimmerman (1978, 1986) applied agency theory and developed the Positive Accounting Theory (PAT) which focuses on internal contractual incentives. Compensation contract provides insight for opportunistic driven earnings management. Managers try to influence contractual outcomes of bonus plan by exercising judgment over accounting items. Furthermore, shareholders use management compensation contracts to reduce agency costs and to motivate managers to act for maximizing firm value. However, managers may expropriate investors and distort firm's true performance to gain on their performance-based contracts. Bergstresser & Philippon (2006) find that higher levels of earnings management stem from the increase of the sensitivity of CEO's overall compensation to firm share prices.

The association between CEO reputation and earnings management depends on the CEO compensation. Since a reputed CEO is, by design, well compensated (incentives such as option packages or stock-based compensation), and, in order to sustain his compensation, the CEO will increase the incentive to manipulate their firm's reported earnings. Though, Milbourn (2003) proves that, as the optimal stock-based contract depends on the CEO's reputation defined as CEO's perceived ability, the stock-based pay sensitivities are increasing in a priori reputed CEO. Furthermore, Malmendier & Tate (2009) argue that an award-winning CEO - pointed to as "superstar" CEO - extorts significantly more compensation from their firm just after the award compared with other top executives in the same company regardless the firm performance. They suggest that one external effect of having a celebrity CEO is that market and analyst perspectives for potential firm performance increase. In the current study, we expect that CEO attributes play a vital role in the design of earnings management in the firm. In fact, a CEO's reputation as a rule suffers when the firm's value is shrinking. So a reputed manager brings all his efforts together to enhance the firm's operating income giving the fact that the stock price represents the expected cash flow potentially earned.

Superstar CEO is more likely to engage in earnings management (Malmendier & Tate, 2009). Subsequent to winning an award, the incidence of earnings management increases both relative to years before the CEO won the award and relative to CEOs who do not win awards. They prove that award winning CEOs underperform after becoming celebrities. In particular, after five years since their last award, award winning CEOs are more likely to have negative earnings, which may pressure them to manage earnings in order to maintain "superstar performance" and to meet analyst expectations. The authors suggest that the pressure on celebrity CEO to report high-level performance dominates their concerns about reputation loss when their opportunistic reporting is detected. A more recent research by Francis et al. (2008) examines the direct link between CEO reputation and earnings quality. The authors prove through the rent extraction contracting that reputed CEO manipulate earnings more than non-reputed CEO, and thus firms managed by reputed CEO have poorer discretionary earnings quality.

However, the informational asymmetry between managers and shareholders leads to a lack of CEO credibility when the reputation of the executives is relatively low. Thus the latter has much to lose in terms of his/her own human capital if he/she engages himself in opportunistic rent-seeking activities (Fama, 1980, Kreps, 1990; Hayward, Rindova & Pollock, 2004). Hence, the driven force behind poor earnings management is preserving his reputation. This presumption is built on the statement of Fama (1980) that past behavior is indicative of future behavior; the manager's reputation can be considered as a state that may affect his future opportunities. The evolution of that state depends on the history of one's actions. The above discussion leads to the following first hypothesis:

Hypothesis 1: *There is a positive relationship between CEO reputation and earnings management.*

2.2 DUALITY SHARE OWNERSHIP AND EARNINGS MANAGEMENT

One of the more recent issues in European corporate governance is whether firms' CEOs also serve as the chairman of the board of directors. The literature reveals a board structure typology, the one-tier system and the two-tier system. In the one-tier system the Chief Executive Officer is also the chairman of the board, while in the two-tier system the two functions are separate. In the one-tier system type, CEO-chairman has more power to dominate, and therefore boards are thought to be as weaker monitors of executive managers than when the two roles are split, thus giving preference for the two-tier system. Davidson et al. (2005) predict that firms whose CEO held the role of chairman at once are more likely to engage in earnings management. Further, Bowen et al. (2002) prove that smoothing earnings is higher for firms with a CEO-chairman duality.

The basic cornerstone of all corporate governance approaches is the separation between ownership from control in firms; shareholders own and management controls.

While there is a conflict of interests between the firm's management and shareholders, managers pursue self interest behavior in the opportunistic sense. Kreps (1990) discusses the distinction between utility maximizing and opportunistic behavior. Prior literature focuses on the managerial ownership to measure the extent of interest alignment between shareholders and managers if the latter holds a portion of equity ownership in a firm. Kim and Yi (2005) and Cheng and Wartfield (2005) provide evidence that managerial ownership is positively associated to earnings management. However, barely few studies examine the relationship between managerial ownership and earnings management when the chairman of the board is also the CEO of the company.

Duality share ownership is the interaction between CEO-chairman duality and management ownership. Bowen et al. (2002) indicates that the separation of roles between CEO and chairman of the board can prevent earnings management activities. They indicate that earnings smoothing are higher for firms with CEO duality. Generally, a chief executive officer is responsible for the strategic plans and policies decision, whereas the chairman of the board is responsible for monitoring and evaluation of executive directors including the CEO (Wei and Laing (2001)). Therefore, unifying the role of CEO and chairman may cause lack of monitoring. On the other hand, Jensen and Meckling (1976) state that managerial ownership align managers' interests with those of shareholders. Managers who hold a significant portion of firm's equity would not take advantage of their positions because they, along with other shareholders, bear the consequences of their actions. However, Morck et al (1988) affirm that high managerial ownership induce managers to act opportunistically in order to maximize their wealth to the detriment of minor shareholders. Higher portion of equity is consistent with significant voting right and power in the board of company. Therefore, CEOs' ability to escape from control may increase, resulting in more attempts to exercise income-increasing discretionary accruals. The French firms are mostly family controlled firms. They are characterized by a strong concentration of property in the manager's hands, who is usually member of the controlling family. Over a sample of almost 510 non-financial French firms, Faccio and Lang (2002) show that 70.92% of the firms are family controlled and that 62.20% of family controlled firms have top managers (CEO or/and chairman of the board) from the controlling family, said to be "in management" member.

Then we hypothesize that:

Hypothesis 2: *There is a positive relationship between duality share ownership and earnings management.*

2.3 CEO EXPERTISE AND EARNINGS MANAGEMENT

At the beginning of their careers, executive managers endeavor to develop their career, mainly for self-achievement satisfaction. Knowing that each decision may affect the rest of their career, CEOs would not bear the risk by reporting biased earnings. Typically, CEOs with greater expertise are more able to estimate future earnings and assets accurately, to understand the complex standards and norms, and, ultimately, to apply them (Plumlee and Yohn (2010)). Nevertheless, experienced managers become more confident than non experienced managers, which lead them to upwardly biased earnings forecasts, and then to use aggressive accounting practices to meet or beat their forecasts. Hribar and Yang (2010) argue that CEO's overconfidence affects their decisions to manage earnings in two ways. The first suggests that overconfident manager issues too optimistic forecasts. So, to meet their forecasts, he will use income increasing discretionary accruals. As for the second, it stems from the argument of Miler and Ross (1975). Specifically, it indicates that, faced with biased forecasts, overconfident managers will need to attribute such earnings deficit to bad luck due to earnings management, with the belief that he will make it up in the following periods.

In critical times, seeing CEO's experience, outsiders and analysts would expect from him/her positive and proficient reactions to the confounded situation. Thus, experienced managers would benefit from their knowledge to utilize discretionary component of accruals so as to report inflated numbers.

Matsunaga and Yeung (2008) find that CEO's expertise has an impact on the firm's discretionary accruals, specifically, they find that CEOs who have experience served as CFOs in other companies have more income-decreasing discretionary accruals. On the other hand, Finkelstein (1992) classified CEO power into structural, ownership, expertise, and prestige powers, and suggesting that the expertise power affect particular managerial strategic decision making. Thus, we expect that governance expertise has significant positive effects on controlling manager behavior, specifically on the use of earnings management..

Hypothesis 3: *There is a positive relationship between CEO expertise and earnings management.*

3 SAMPLE SELECTION AND VARIABLES

3.1 SAMPLE SELECTION

The sample consists of CEOs of companies listed on CAC ALLShares index of the 426 largest France companies over one-year period 2008. We mean by CEO the top ranking executive officer in the firm. When the position of CEO is held by more than one person in the event year, we consider the name of the one who held the position for most of the fiscal year. The executives' companies had to satisfy the following criteria: first, the firm is not a financial institution (SIC codes 6000-6999)². And second, the firm's financial data are available. Two hundred and fifty seven firms are excluded from the final sample. We exclude firms belonging to financial industries due to their special accounting practices that make discretionary accruals' estimation difficult (Peasnell, Pope & Young, 2000, 2005). Even though they are privately held, these firms have to make their financial statements publicly available. Consequently, we left with 153 firms.

Table 1. Sample Selection Procedure

Description	Number of firms
Number of firms listed on CAC ALLShares index	426
Financial and Banking firms	96
Firms with missing financial data	58
Firms with missing data concerning their CEOs	119
Firms used in the full sample	153

We collect data on French listed companies from the AMF web site. We collect data on the number of articles containing the CEO's name and company affiliation that appear in the major European and International newspapers from Lexis Nexis database. Measure of CEO reputation based on only financial newspapers can be a noisy measure since reputation is built on manager's different aspects. We choose to refer to diverse type of newspapers, which include both financial and non-financial newspapers. Miller (2006) finds that the financial press provides economic information that is useful to firm stakeholder. Hamilton & Zeckhauser (2004) prove that in addition to the financial and business CEO news, major "entertainment" newspapers across market places offer a highly percentage of CEO stories about their personal lives, classified as "soft news" stories.

The numbers of total business-related articles are extracted from different European newspapers, and from the major International newspapers. We refer to the European newspaper articles as *EURPress* while the International newspaper articles as *INTPress*. Finally, all these articles sources are referred hereafter as *TotPress*. In total, there are 18 different International newspapers; 12 different French language newspapers; 11 different Spanish language newspapers; 13 German language newspapers; 7 Italian language newspapers and 5 Dutch language newspapers. We record the article press once regardless how often the CEO's name appears in the article.

3.2 VARIABLES MEASUREMENT

(1) Discretionary accruals measure

Estimates of discretionary current accruals (lagged by total assets) serve as a proxy for earnings management. We use the modified Jones model to estimate the non-discretionary level of total accruals. The Jones model (1991) uses two-stage procedure to partition total accruals into expected and unexpected components. In the first stage, total accruals are regressed on the sales change and the gross level of property, plant and equipment. While in the second stage, the estimated parameters from this regression are combined with total accruals, changes in sales and plant and equipment data from the event year in order to determine the non-discretionary component of total accruals. Jones model shows its inability to capture sales-based manipulations. In an attempt to correct the model's misspecification, Dechow, Sloan & Sweeney (1995) proposed a model identical to the standard-Jones model except that the change in non-cash sales is subtracted from changes

² Financial-industry firms have different earnings reporting incentives than their non-regulator counterpart

in sales. Hence, our measure of discretionary accruals estimation is the residuals from firm-specific regression of changes in non-cash sales and gross level of property, plant and equipment.

(2) CEO's characteristics measures

- (a) CEO Reputation. Consistent with Milbourn (2003) and Rajgopal et al. (2006), the use of media coverage serves as a proxy for reputation. There is a large trend in literature to show the role of media as an information intermediary (e.g. Mullainathan & Shleifer, 2005; Tetlock, 2007). This information intermediary is crucial in reducing information asymmetry between the firm and its investors (Bushee, Core, Guay & Hamm, 2010). Other studies find that the content of business media can predict future stock returns and their volatilities, and firm asset prices (Tetlock, 2007). Milbourn (2003) presents four proxies for CEO reputation including the number of business-related articles, the matter whether the executive is being appointed from inside or outside of the firm and the industry-adjusted firm performance. To measure CEO reputation, we use European and international press releases on CEOs. The intuition behind press coverage is that it captures how parties external to the firm view the CEO. We classify CEO's with a larger number of total press coverage (CEO_REP) as more reputed than CEO's with small number of mention in articles.
- (b) Duality share ownership. CEO duality refers to the extent that the CEO and chairman exercise the same function in the firm. It takes the value of 1 if the role of CEO and chairman are jointed, and zero otherwise. DUAL-Maj is measured as CEO's ownership divided by the firm's total ordinary shares when the CEO holds the major proportion of equity ownership in the firm and when he also acts as chairman of the board, and zero otherwise. We expect the coefficient to be positive.
- (c) CEO Expertise. Finkelstein (1992) define expertise as a way to assess manager's ability based power. He uses three proxies to measure expert power: the critical expertise power, the fuctional areas and positions in firm. We measure CEO expertise through functional expertise, and is defined as a binary variable that takes the value of one if the CEO holds (or used to) one of the top senior positions within other firms (CEO-chairman, CEO, COO, CFO, and President), and zero otherwise

(3) Control variables

Consistent to prior literature, we include several firm-specific characteristics that may have an impact on earnings management (e.g. Watt & Zimmerman, 1978; DeFond & Jiambalvo, 1994; Hirst, 1994; Peasnell et al., 2000).

- (a) Operating Cash Flow: Managers of firms with strong cash flow performance from operating activities are less likely to exercise income increasing discretionary accruals to increase earnings, because they are already performing well. However, firms with poor operating cash flow are more likely to manipulate earnings to mislead investors about the real numbers (Becker, DeFond, Jiambalvo & Subramyan, 1998; Lobo & Zhou, 2006). We include cash flow from operating activities as a control variable. We expect the relationship to be negative.
- (b) Market-to-book: When growth slows, managers have more incentive to misstate financial statements in order to preserve the appearance of the steady growth (Summer & Sweeney, 1998). The market to book ratio is defined as the market value of equity over its book value. It represents market expectations of future profitability growth. Thus, CEO's manage earnings using discretionary accruals in an attempt to meet such expectations. We expect a positive relationship between growth opportunities and earnings management.
- (c) Audit Quality: We include audit quality as one important control variable because prior studies found that this variable influences the magnitude of earnings management (DeAngelo, 1981; Francis, Maydew & Sparks, 1999; Gul, Lyn & Tsui, 2001). Hirst (1994) find that auditors are able to detect incentive to manage earning. The extent to which auditors are expected to detect earnings management depends on most part on the quality of audit. Big 4 auditors³ are identified in the literature as higher quality auditors. Prior studies proved that Big 4 auditors are less likely to allow earnings management from their clients than non-Big 4 auditors (DeFond & Jiambalvo, 1994; Francis et al., 1999; Frankel, Johnson & Nelson, 2002; Ashabaugh, LaFond, & Mayhew, 2003). Audit quality is equal to 1 if the sample firm is audited by a Big 4 company and to zero otherwise. We expect the coefficient to be negative.

³ The Big 4 includes KPMG, PricewaterhouseCoopers, Ernst & Young and Deloitte & Touche.

- (d) Firm size: DeFond & Subramanyam (1998) and Park & Shin (2004) shows that larger firm tend to generate fewer accruals. Larger firms are more subject to scrutiny from financial investors than small firms since larger firms have greater influence on stock market (Watt & Zimmerman, 1978). Besides, larger firms usually have more sophisticated internal control systems as compared to smaller companies, which reduce the likelihood of manipulating earnings by management. However, Lobo & Zhou (2006) note that large firms may have more opportunities to overstate reported numbers since overstatement is quite hard to detect because of the complexity of their operations. This is due mainly to the evidence that large firms face more pressure to meet or beat market's expectations than smaller firms (Barton & Simko, 2002). Firm size is measured as the natural logarithm of total assets. We make no prediction about the sign of the variable coefficient.
- (e) Financial Leverage Ratio: An association between financial leverage and discretionary accruals has been reported by many researchers. For instance, DeFond & Jiambalvo (1994) prove that CEOs of highly leverage firms are more likely to employ income increasing discretionary accruals to avoid debt contract violation. More generally, firms that need to finance their investment from external capital markets are more sensitive to the implication of reported earnings on firm's equity price (Baker & Wurgler, 2002). Leverage is calculated as the ratio of total liabilities to total assets. We predict a positive coefficient for this variable.

Table 2. Variable Definitions

Variables	Definition
<i>DA</i>	Discretionary accruals
<i>EM</i>	Earnings management measured by discretionary accruals
<i>EURPress</i>	The number of articles in European newspapers in which the CEO's name appears
<i>INTPress</i>	The number of articles in International newspapers in which the CEO's name appears
<i>TotPress</i>	The total number of articles in which the CEO's name appears
<i>CEO_REP</i>	The natural logarithm of total number of publications in which the CEO's name appears at least once
<i>EXPERTISE</i>	A binary variable that takes the value of one if the CEO holds (or used to) one of the top senior positions within other firms (CEO-chairman, CEO, COO, CFO, and President), and zero otherwise
<i>DUAL_Maj</i>	The percentage of direct and indirect holding by a majority CEO when he exercises the same function as chairman of the board of directors
<i>M/B</i>	Market-to-book ratio= (Number of outstanding shares*market price) / (total assets - total liabilities)
<i>Size</i>	The natural logarithm of firm's total assets
<i>Audit</i>	A dummy variable equal to 1 if the firm is audited by a big 4 firm and 0 otherwise
<i>Leverage</i>	(Value of liabilities) / (Total assets)
<i>CashFlow</i>	Operating Cash flow scaled by Total Assets

3.3 STATISTICAL METHOD

To distinguish between the expected and unexpected components of total accruals, we use the modified version of Jones (1991) model introduced by Dechow et al. (1995). To set the analysis, we estimate an OLS regression models with the measure of discretionary accruals (proxy for earnings management) specified as a linear function of CEO characteristics and k control variables over the year of 2008. The regression's model is as follow:

$$EM_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CEO_REP_{i,t} + \beta_2 DUAL_Maj_{i,t} + \beta_3 EXPERTISE_{i,t} + \sum_j \varphi_{j,t} CONTROL(k)_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

eq(1)

Where :

$CEO_REP_{i,t}$, $DUAL_Maj_{i,t}$ and $EXPERTISE_{i,t}$ are described in 3.1.2.

$CONTROL(k)_{i,t} \in \{M/B, Size, CashFlow, Leverage, Audit\ quality\}$.

The definitions of the above variables are given in Table 1. EM represents the earnings management measure that is discretionary accruals. The coefficients β_1 , β_2 and β_3 measure how EM proxy varies with CEO reputation, dual-maj and expertise, respectively. We predict the coefficients β_1 , β_2 and β_3 to be positive.

We use *signed* measures of earnings management. The term “signed” refers to the fact that these measures differentiate income-increasing from income-decreasing earnings management. Signed discretionary accruals are appealing for questions that specify a particular direction of earnings management (Hribar & Nichols, 2007).

We measure each firm’s total accruals directly using the following equation:

$$TA_{i,t}^* = (E_{i,t} - CFO_{i,t}) / A_{i,t-1} \quad \text{eq (2)}$$

Where, TA^* is the total accruals scaled by lagged total assets; E represents earnings and is measured using net income before extraordinary items and discontinued operations, and CFO represents cash flow from operations.

Once total accruals are calculated, we estimate discretionary accruals using the cross-sectional modified Jones model as the difference between total accruals and estimated non-discretionary accruals:

$$DA_{i,t} = TA_{i,t}^* - N\hat{D}A_{i,t} \quad \text{eq (3)}$$

NDA are estimated during the event year⁴ with an OLS regression using the modified Jones model (1995), where changes in sales, changes in sales receivable and the level of property, plants and equipment are included as explanatory variables:

$$TA_{i,t}^* = \frac{1}{A_{t-1}} \left[\alpha + \beta (\Delta REV_t - \Delta REC_t) + \gamma PPE_t \right] + \varepsilon_t \quad \text{eq (4)}$$

Where ΔREV represents changes in sales; ΔREC represents net accounts receivable and PPE represents gross property, plants and equipment and the residual term represent the Non-Discretionary Accruals.

The parameter estimates from eq (4) is then combined with data from the test period to generate the non-discretionary accruals:

$$NDA_{i,t} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \left(\frac{\Delta REV_t - \Delta REC_t}{A_{t-1}} \right) + \hat{\gamma} \left(\frac{PPE_t}{A_{t-1}} \right) \quad \text{eq (5)}$$

3.4 DISCUSSION OF RESULTS

Earnings management can be achieved by different means such as changes in accounting methods or use of accruals. This study focuses on discretionary accruals as the way to manage earnings. The methodology follows in partial the paper of Francis et al. (2008), in which they study the possible effect between manager reputation and the quality of firm’s earnings, and the paper of Karuna (2009), in which he studies the relationship between corporate governance and CEO reputation.

(1) Descriptive analysis and validity tests

Descriptive statistics on the press coverage are reported in Panel A of Table 3. CEO received on average 471.66 references in *TotPress*, consisting of 471.94 mentions in major European newspapers and 14.98 mentions in major International newspapers. The sample distribution is highly skewed to the right; its mean value of 471.66 is much larger than its median value of 189.5. Therefore, we use its natural log transformation and we label this measure CEO_REP.

⁴ i.e. during period in which earnings management is hypothesized

Table 3. Descriptive statistics on proxy variables for CEO reputationPanel A. Proxies for CEO reputation ^a

	<u># Obs</u>	<u>Mean</u>	<u>std.dev</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>Median</u>
<i>EURPress</i>	153	471.94	736.64	0	5018	202.5
<i>INTPress</i>	153	14.98	82.31	0	1000	0
<i>TotPress</i>	153	471.66	792.95	0	6018	189.5

Panel B: Correlation among CEO reputation measures ^b

	<i>EURPress</i>	<i>INTPress</i>	<i>TotPress</i>
<i>EURPress</i>	1.000		
<i>INTPress</i>	0.661 (p=0.000)	1.000	
<i>TotPress</i>	0.983 (p=0.000)	0.720 (p=0.000)	1.000

Panel C: Descriptive information on press coverage ^c

<u>Subject</u>	<u>#articles</u>	<u>%favorable</u>	<u>%neutral</u>	<u>%unfavorable</u>	<u>%non negative</u>
CEO	200	28.00%	65.00%	7.00%	93.00%
Firm	200	41.00%	42.00%	17.00%	83.00%

NOTES:

Variables definitions: EURPress = the number of articles appearing in major European newspapers that mention the CEO's name; INTPress = the number of articles appearing in major newspapers which mention the CEO's name; TotPress = EURPress + INTPress.

^a Panel A reports the mean value of each variable, where the mean is calculated across all firm-year observations.

^b Panel B reports Pearson correlation. All correlations are statistically significant at the level of 0.01.

^c Panel C presents descriptive analyses of 200 randomly selected articles mentioning CEOs. Articles analyzed are classified as favorable, neutral or unfavorable with respect to notes taken about the CEO in articles.

Measures of CEO reputation based on European press coverage only can be noisy since many CEO's "good" reputation is generally developed worldwide. To resolve this critical issue, the correlation between the different press coverage proxies appears to be crucial. Panel B shows that the correlations between the European, International and TotPress newspapers are positive (statistically significant at 1% level). These results signify that expanding reputation measures over worldwide newspapers do enhance the CEO's extent of reputation.

To test the validity of the press coverage-based proxy for CEO reputation, we investigate the implicit assumption that the CEO's are mentioned to underline their positive attributes. CEOs are cited in media for their contribution to their firm's performance. However, they can be mentioned otherwise to announce bad attributes such as scandals or recessions. Therefore, a higher number of press articles that mention the CEO may not reflect higher reputation.

Panel C of table 3 provides summary statistics of article quality mentioning CEO for random subsample of articles that are hand collected. Specifically, we randomly select 10 CEOs, and for each CEO we read the tone of 20 randomly-selected articles. We classify the tone of the resulting 200 articles analysis as favorable, neutral or unfavorable with respect to the CEO. We refer to the extent that CEO's content media coverage is favorable (unfavorable) to them as positive (negative) content. Based on the percentage of total articles that are favorable, and the percentage of articles that are nonnegative, 28% of these articles on average associated with these 10 CEOs are favorable, and 93% of articles are nonnegative. The results are consistent with results found by Francis et al. (2008) who find that 99% of articles read are significantly neutral to positive with respect to the CEO. This evidence confirms the idea of Park & Berger (2004) that coverage in business publications is associated with favorable assessments of the CEO on average.

A related concern with the press-coverage proxy is that it may be biased toward a particular firms or particular CEOs. CEOs in larger firms may be covered in a higher level than CEOs in smaller firms regardless his ability perceiving. This study is

not affected by such a bias since our sample includes a sample of the largest listed companies that may display quite comparable sizes in the French market.

Panel A of Table 4 summarizes CEO duality characteristics of the full sample. 59.48% of the sample of French firms have their CEO who also acts as chairman, whereas only 40.52% of the firms with separate roles. This result is consistent with the finding of Daily & Dalton (1993) who evaluate the performance for 186 smaller firms and find that 67% of the firms run *via* CEO-chairman position. However, it is quite lower compared to the results presented by Brickley, Coles & Jarrell (1997) and Xie, Davidson & Dadalt (2003) who found that more than 80% of their US sample firms have CEO duality. Joint CEO-chairmen are above twice as likely to have tenure, about 12.17 years, as compared to the separate CEO with 5.3 years. Besides, numbers show that CEO also serving as chairman holds more stocks in the firm with an average of 24.6%.

Further, unreported statistics show that 50.1% of the firms with dual positions have their CEO-chairman who acts as the majority shareholder. The results indicate that, in the French context, the incidence of CEO duality is higher for management ownership and tenure.

Summary statistics about all firm-level variables and CEO-specific variables are reported in Panel B of Table 4. First, the mean (median) for the discretionary accruals are -0.041 (-0.037) respectively with the inter quartile difference ranging from -0.047 to -0.032 . The mean (median) for the CEO reputation's measure are 2.25 (2.27), as compared to 3.99 (4.26) reported by Karuna (2009). The significant dwindling in the mean value is expected since my sample is smaller in term of newspapers sources⁵. The average of CEO-chairman duality variable is 0.161 (0.047), while the average of CEO expertise variable is 0.718 (1).

Table 4. Descriptive Statistics about earnings management, CEO characteristics and firm-specific variables

Panel A: CEO duality parameters^a

Characteristics	Separate CEO and chair	Dual CEO and chair
Percentage of total firms	40.52%	59.48%
Ownership of firm's equity	5.7%	24.6%
Tenure within the firm (years)	5.3	12.17
Expertise	66.12%	81.92%

Panel B: Descriptive statistics of the full sample^b

EM measure	# Obs	Mean	percentile 25	percentile 75	Median	std. dev
Discretionary accruals	153	-0.041	-0.047	-0.032	-0.037	0.012
Independent variables						
CEO_REP	153	2.258	1.897	2.277	2.298	0.684
DUAL_Maj	153	0.161	0	0.293	0.047	0.209
EXPERTISE	153	0.718	0	1	1	0.450
Control variables						
CashFlow	153	0.066	0.032	0.104	0.068	0.089
M/B	153	2.029	1.015	2.11	1.535	3.936
Size	153	2.668	1.882	3.334	2.559	1.072
Audit	153	0.5	0	1	0.5	0.501
Leverage	153	0.221	0.104	0.329	0.191	0.161

NOTES:

^a Panel A reports CEO duality characteristics of the full sample, including %of total firms, managerial ownership of the CEO, CEO expertise and the CEO-chairman person.

^b Panel B reports summary statistics of the discretionary accruals, CEO-specific characteristics and firm-specific characteristics.

⁵ We use 66 major European and International newspapers, whereas Karuna (2009) uses 50 US newspapers and 112 international publications

Managers with expertise in management decision, decision control and investment strategies are more likely to hold the position of CEO-chairman. Results reported in Panel A of Table 4 show that 81.92% of the CEO-chairman of the French sample firms were, either managers of other firms or important decision agents in other companies, whereas 66.12% of the separate CEOs have a professional backgrounds.

(2) Univariate analysis

The Pearson correlation matrix reported in Table 5 illustrates the correlations among the variables of the sample. To investigate the relation between CEO-specific characteristics and discretionary accruals, we include control variables inherent to the firm that prior research shows influence on earnings management. Across panel A, the pairwise correlations between all firm-specific control variables are relatively low (ranges between -0.178 and 0.273) except for those between DUAL-MAJ and Log(Assets); Leverage and Log(Assets) and between CEO_REP and Log(Assets) where the correlation coefficients varies between -0.306 and 0.625 .

Table 5. Pearson Correlation among model's independent and firm-specific variables

	CEO_REP	EXPERTISE	DUAL_Maj	CashFlow	M/B	Size	Audit	Leverage
CEO_REP	1.000							
EXPERTISE	0.079	1.000						
DUAL_Maj	-0.178*	-0.037	1.000					
CashFlow	0.094	0.106	-0.012	1.000				
M/B	0.038	0.036	-0.010	-0.069	1.000			
Size	0.625*	0.137	-0.306*	0.112	-0.031	1.000		
Audit	0.041	-0.110	-0.145	0.107	-0.068	0.273 *	1.000	
Leverage	0.117	0.171*	0.018	-0.188*	0.134	0.323 *	0.070	1.000
VIF	1.64	1.09	1.04					

This table reports the Pearson correlation among different model's variables, and the variance inflate factor (VIF) values.

Moreover, no significantly strong correlations among the independent variables. We include all the independent variables in one regression since no problem of multicollinearity exists. The Variance Inflation Factor test confirms these results. The VIF values are around 1 which is far below the critical value of 10 (Neter, Wasserman & Kunter, 1989).

3.5 REGRESSION RESULTS

Table 6 shows the regression results. Our primary focus is in the coefficient estimates (β_1), (β_2) and (β_3) relating earnings management to managerial characteristics. Specifically, relating discretionary accruals to CEO's reputation, majority CEO-chairman relationship and CEO expertise, respectively. This table provides the results for the OLS regression conducted on equation (1), where we report the coefficient estimates and t-statistics obtained from the regression.

Table 6. Estimation of Earnings Management on CEO Duality, Expertise and Reputation

	<u>Predicted sign</u>	<u>coefficient estimation</u>	<u>t-tatistics</u>
Intercept	?	- 0.041 ***	- 10.30
<u>Independent Variables</u>			
CEO_REP	+	0.002 *	1.71
DUAL_Maj	+	0.013 ***	3.08
EXPERTISE	+	0.004 **	2.12
<u>Control Variables</u>			
CashFlow	-	- 0.013	- 1.42
M/B	+	0.002***	3.58
Size	+/-	- 0.001	- 1.40
Audit	-	- 0.001 **	- 1.69
Leverage	+	- 0.027***	- 3.90
R-squared (%)		25.66	
Adjusted R² (%)		20.40	

NOTES:

***, **, and * represent significance levels at 1%, 5% and 10% levels respectively.

This table reports the coefficient estimates and t-statistics from estimating equation (eq 1). We use CEO_REP as the proxy for CEO reputation and is measured as the natural logarithm of total number of publication in which CEO's name appears at least once; EXPERTISE is a binary variable that takes the value of one if the CEO holds (or used to) one of the top senior positions within other firms (CEO-chairman, CEO, CFO, or President), and zero otherwise; DUAL-Maj is the percentage of direct and indirect holding by a majority CEO when he exercise the same function as chairman of the board of directors; CashFlow is the firm's operating cash flow scaled by total assets; M/B is the market-to-book ratio and measures firm' growth opportunities; Log(Assets) is the proxy for firm's size; Audit is dummy variable equal to 1 if the firm is audited by a Big 4 firm and 0 otherwise, and Leverage is the financial leverage ratio.

The results show a significant positive value of β_1 ⁶ ($\beta_1 = 0.0029$ and t-statistics = 1.71). The positive value of β_1 confirms that the more reputed CEOs, the more CEOs manipulate earnings with the use of discretionary accruals. This finding corroborates Hypothesis 1. Reputed executive managers are well compensated, and in order to maintain their compensation, they are more willing to manipulate their firm's reported earnings. Let's suppose an executive manager who have a performance contract, then his overall compensation is tied to firm performance (Jensen & Murphy, 1990), and, thus is based on firm's stock price. Since stock prices are the central measure of CEO performance, then the manager will endeavor to enhance the firm's operating income to inflate the stock prices. This desire to increase the value of the stock prices gave him an incentive to manipulate the accounting numbers. In other words, the sensitivity of manager wealth to stock prices shapes the propensity to engage in aggressive accounting practices. On the other hand, the stock price represents the expected future cash flows. At the end of contract or at the time of dismissal, terminal cash flow depends on the ability of the firm's CEO. Thus, efficient stock prices depends on the informativeness of the CEO contribution, which is affected in the equilibrium by the CEO perceived ability. This is why, at the time of contracting, optimal stock-based contract depends on the manager's reputation. Thus, the stock-based pay sensitivities are increasing in a priori reputed CEO (Milbourn, 2003).

Further, while there is little evidence on CEO duality share ownership and earnings management, the significant coefficient of β_2 ⁷ ($\beta_2 = 0.0132$ and t-statistics = 3.08) proves new evidence on the association between duality share ownership and earnings management. More specifically, the positive value of β_2 indicates that joined CEO-chair is more likely to manipulate earnings when he/she holds higher portion of firm's equity, consistent to H2. This finding confirms the premise that dual CEO-chairman benefits from lack of monitoring, and tends to act opportunistically using his managerial discretion in

⁶ We find the coefficient estimates of the CEO reputation variable are significant at the level of 10%.

⁷ We find the coefficient estimates of the duality share ownership variable are significant at the level of 1%.

order to maximize his welfare. Such behavior is likely to be more announced by CEO-chair who holds the largest stake in their firms.

As for CEO expertise, results show a positive and significant coefficient estimates of β_3 ⁸ ($\beta_3 = 0.004$ and t-statistics = 2.12), evidence in support with our third hypothesis that experienced executive managers tend to manipulate earnings more than less experienced managers. This behavior can be explained by the evidence that overconfidence affects experienced managers' forecasting behavior which leads them to issue biased optimistic forecasts. And according to our findings⁹ that CEOs of large French companies who have greater professional background (CEO, Chairman or CFO) happen to be more likely to hold the position of joint CEO-Chairman, they fear no control on them by internal control committee or supervisory board. Eventually, they tend to use income increasing discretionary accruals so the numbers meet their former forecasts, and, thus, preserve their prominence.

In terms of firm-specific control variables, the results show differences in significance of the coefficient estimates on the variables. We find that the coefficient of the market-to-book, as a proxy of growth opportunities, audit quality and the financial leverage variables are significantly different from zero, whereas the rest of the coefficients are not significant. The coefficient estimates of the leverage variable are not in the predicted direction. This could be interpreted by the fact that CEOs who engage in earnings management are those of lower leverage firms. The positive coefficient of the market-to-book ratio confirm prior prove of Frank Yu (2006) that firms with relative high opportunity growth tend to engage more in earnings management as compared to firms with low growth opportunities. In tough periods, when growth slows, managers may be induced to misstate financial statement in order to preserve the appearance of consistent growth (Summers & Sweeney, 1998). With regard to audit quality, we find that the coefficient of the audit quality variable is negative and significant at the level of 10%. This implies that Big 4 auditors are less likely to allow earnings management from their clients than non-Big 4 auditors. This finding corroborates the results of DeFond & Jiambalvo (1994) and Francis et al. (1999).

Finally, and as unexpected, we find that the size of the firm has negative but no significant coefficient in the regression.

To sum up, descriptive statistics and multivariate analyses are coherent with our predictions, noting that variables integrated in the model capture much of the key features of earnings management. Our tests show that CEO reputation, CEO expertise and duality share ownership explain earnings management. Our results show that experienced executive directors tend to manage earnings more than less experienced managers. It also shows that more reputed CEOs are associated with the use of discretionary accruals, which is consistent with Hypothesis 1. This impact is more accentuated when the CEO who acts also as the chairman of the board, holds the majority of firm's equity.

3.6 ROBUSTNESS TESTS

As a robustness check we set two additional tests. The first test is based on the first hypothesis that reputed executive managers increase their managerial discretion incentive to enhance their compensation grants. The second test verifies a simultaneous relationship between CEO reputation and CEO compensation.

(1) CEO compensation

Executive compensation packages contain several components which include the cash salary, stock options, restricted stock and the annual performance-based bonuses. Substantial evidence relates option and restricted stock compensation to higher degree of earnings management.

Salary-based compensation appears not, or barely, to explain earnings management¹⁰. Managers who received fixed base annual salaries would not indulge in a costly behavior, where the costs are increasing in the extent of earnings management. However, stock options component of compensation design boost the managerial incentive to use discretionary accruals in order to maximize their overall compensation. Given the convexity of the option sensitivity to share price, and at a point in time, the manager is faced with a timing option between reporting higher earnings and thus maximize his wealth, and reporting deflated numbers.

⁸ We find the coefficient estimates of CEO expertise variable are significant at the level of 5%.

⁹ In the previous section we find that 81.92% of the CEO-chairman are quite experienced, whereas 66.12% of the separate CEOs have a professional backgrounds

¹⁰ Bergstresser & Philippon (2006) and Cheng & Waterfield (2005).

Summary statistics about executive manager compensation for the French firms sample are reported in Panel A of Table 7. The mean of total compensation is about € 1.372 million, of which around 52% is awarded in bonus and fixed salary payments, and 47% in restricted stocks and stock options. Restricted stock is present in 18.10% of French firms; stock options are present in 20.91% of French firms, while bonuses are present in 66.66% of the firms' sample. These statistics confirm the findings of Murphy (1999) that levels of pay and pay-performance sensitivities have increased over the past decades. In the US, this increase is driven primarily by a leap in stock-option compensation. However, in France, the increase is driven primarily by bonus compensation¹¹. Thus, we measure manager's compensation, labeled *COMPENSATION*, as the sum of euro value of compensation accounted for fixed salary, stock options, restricted stocks and bonuses granted for the year of 2008, and the Black-Scholes value of unexercised stock options at the beginning of the same year.

To capture the effect of manager's wealth on earnings management, we interacte *COMPENSATION* with the measure of CEO reputation, and we test again our model in Table 6. We label the new variable as *Reputation*. The results reported in Panel B of Table 7 indicate a positive and significant association between CEO overall compensation and earnings management. Accordingly, we find a further support of our assumption predicted in the first hypothesis. CEO's compensation are intended to align the interests of managers with those of owners. However, when the CEOs remuneration depend on their reputation, this can be persuasive to boost their use of earnings management.

Table 7. CEO compensation, CEO expertise, duality share ownership and earnings management

Panel A: Summary statistics on CEO compensation

	Mean	Median	Max	Min	Std. Dev.	Freq (%)
Salary (€ Thousand)	469.801	274.463	3 230.600	39.318	478.879	100
Bonus (€ Thousand)	447.817	209.000	2 500.000	0	478.337	66.66
Salary and bonus payment (€ Thousand)	721.155	374.167	3 866.200	39.318	782.959	-
Stock Options (€ Thousand)	767.563	557.000	3 500.000	0	710.947	20.91
Unexercised Options (€ Thousand)	362.591	468.858	620.220	0	295.824	2.61
Restricted Stock (€ Thousand)	924.579	375.680	7 237.200	0	1 612.934	18.10
Total Compensation (€ Thousand)	1 372.303	558.491	9 537.200	39.318	1 736.038	-

Panel B: The interaction of CEO compensation and CEO reputation and earnings management (N=153)

	Coefficient estimation	t-statistics
Intercept	- 0.031 ***	- 6.31
Independent variables		
<i>Reputation</i>	0.000 *	1.76
<i>Dual_maj</i>	0.008 **	2.40
<i>EXPERTISE</i>	0.004**	1.85
Control variables		
<i>CashFlow</i>	- 0.000	- 0.72
<i>M/B</i>	- 0.000	- 0.41
<i>Size</i>	- 0.003 **	- 2.18
<i>Audit</i>	- 0.001 **	- 2.06
<i>Leverage</i>	- 0.020 ***	- 3.02
R-squared (%)		21.34
Adjusted R² (%)		19.31

***, **, and * represent significance levels at 1%, 5% and 10% levels respectively.

¹¹ Brown (2002) indicates that in the US, the percentage of the CEO's remuneration paid in stock options rose from 27% in 1992 to 60% in 2000. However, according to the report of the Towers Perrin consultancy (2005), the use of stock options increased only by 5% in France between 2001 and 2004. This is due to the difference in corporate governance systems. In France, ownership is concentrated and control is exercised mainly by families, that is why CEO's stock options-based compensation have been considered to be less necessary to solve the agency problem.

(2) Endogeneity test : Simultaneous relationship

In the robustness test, we verified that the level of CEO compensation may influence the reputed CEO's decision to manage earnings. However, it remains crucial to verify whether CEO compensation have a reversed impact on CEO reputation. To test the endogeneity of CEO reputation, we set the following simultaneous equations:

$$\left\{ \begin{array}{l} CEO\ reputation_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 CEO\ compensation_{i,t} + \sum_j \phi_{i,t} CONTROL(l)_{i,t} + \mu_{i,t} \quad eq(6) \\ CEO\ compensation_{i,t} = \omega_0 + \omega_1 CEO\ reputation_{i,t} + \sum_j \psi_{i,t} CONTROL(p)_{i,t} + \nu_{i,t} \quad eq(7) \end{array} \right.$$

Where

Control(l)_{i,t} ∈ { Gender, Age, Tenure, Size, M/B}

Control(p)_{i,t} ∈ { Duality, ROE, CashFlow, ROA, Size, σ(Sales)}

As CEO Reputation is an insubstantial asset, it can be easily affected by other human factors as well as by external factors inherent to the firm. We include CEO specific characteristics in equation (6) as control variables that encroach on the market assessment of the CEO's ability, and we use firm-specific variables to encompass the external factors. Older CEOs and CEOs that holds in their position with the firm for long periods are more likely to build and then develop better reputation than younger and less seasoned CEOs. Though, in equation (7), executive manager's compensation grants depends mainly to CEO performance.

Residual from estimations of eq (6) and (7) are correlated, which lead to inflated t-statistics. To resolve this issue, we estimate (6) and (7) simultaneously using 3SLS model and we use the Hausman test to examine the endogeneity of CEO reputation and CEO compensation. The estimation results of the simultaneous equations system are reported in table 8.

Table 8. Additional test: Simultaneous estimation of CEO reputation and CEO compensation

	Endogeneous Variable			
	CEO Reputation		CEO Compensation	
	Coefficient Estimation	z-statistics	Coefficient Estimation	z-statistics
Intercept	-5.359	-0.61	3.497	3.22***
COMPENSATION	0.290	2.41**		
Gender	0.790	0.42		
Age	0.032	1.17		
Tenure	0.163	2.05**		
Size	0.277	5.18***		
M/B	0.049	0.44		
CEO-Rep			0.611	0.76
ROE			0.000	0.02
σ(Sales)			0.362	4.03*
ROA			-0.023	-0.26
Size			0.123	2.37**
CashFlow			0.000	0.92
Duality			0.064	1.35
P-value (Hausman Test)	> 5%			

NOTES:

***, **, and * represent significance levels at 1%, 5% and 10% levels respectively.

This table reports the coefficient estimates and z-statistics from estimating system of simultaneous equation (eq 6 and 7). Compensation is the sum of euro value of CEO's total compensation; Gender is a binary variable that takes the value of 1 if the CEO is a man and 0 otherwise; Age is the CEO's age; Tenure is the number of years the CEO held in his position as CEO within his firm; ROA is the return on average assets, $\sigma(\text{Sales})$ is the standard variation of firm's sales and ROE is the return on equity.

Results reported in Panel B of Table 8, show positive and significant coefficient estimates of CEO compensation (z-statistics = 2.41), evidence in support with our assumption that CEO compensation grants induce reputed executive managers to manipulate reported earnings.

In terms of CEO-specific control variables in equation (6), we find that CEO tenure is significant and positive. Approximately, 2.7% of the executives in our sample are female, where none of them occupies the function of joint CEO-chairman. As for firm-specific factors, firm size explain a significant part of the variation on CEO reputation.

However, in equation (7), seeing the coefficient estimates of executive director reputation are non significant (z-statistics = 0.76), we do not find consistent evidence of a relation between CEO compensation and their reputation. In other words, executive reputation remains untouchable no matter the manager's compensation package.

4 CONCLUSION

Overall, earnings management literature is a recent issue that appeared in the last thirteen years and provides only modest insights for standard regulators. Prior research have tested the existence of earnings management and examined why it does occur. Others examine the association of earnings management to firm-specific characteristics such as performance, size, and board structure among others. However, earnings management may be affected by many other factors such as CEO-specific characteristics. This study tackles an interesting and important research question of whether CEO-specific characteristics, specifically reputation, expertise and duality share ownership, affect earnings management. We use discretionary accruals as proxy for earnings management and press coverage as proxy for CEO reputation. To ensure that the articles do not reflect CEO infamy rather than reputation and to investigate the implicit assumption that the CEO's are mentioned to underline their positive attributes, we provide a validity test of CEO reputation measure.

Our empirical study conducted on a sample of 153 French firms observed over the year of 2008 leads to two main conclusions. First, we find that there is a significant positive relation between level of discretionary accruals and CEO reputation. This result indicates that the more reputed CEO, the more CEO manipulates the reporting earnings with the use of discretionary accruals. The association between CEO reputation and earnings management depends on the CEO compensation. So, as reputed CEO is, by design, well compensated (incentives such as option packages or stock-based compensation), and, in order to sustain his compensation, the CEO will increase the incentive to manipulate their firm's reported earnings. Second, consistent with previous finding of Daily & Dalton (1993), we show that 59.48% of the sample firms have their CEO who also acts as chairman of the board and 24.6% of these CEO-chairmen act as majority shareholders, and we find that, in the French market, earnings management is more likely to occur in firm whose CEO also join the same function of chairman and when he holds the higher portion of firm's equity. This suggests that dual CEO-chairman benefits from lack of control and uses his managerial discretion to maximize his benefits. Such behavior is likely to be more announced by CEO-chair who holds the largest stake in their firms. Finally, results provide evidence on the relationship between CEO expertise and the use of earnings management. specifically, it shows that expertise affects positively CEO's behavior to use aggressive earnings management. Experienced managers tend to display biased optimistic estimations. Alternatively, when real numbers appears to be disparate with the former forecastings, they end up with income increasing earnings manipulation in order to meet the upward estimated numbers.

It is difficult to infer from the study clear answers to questions of interest to both standard setters and investors, such as how CEO's characteristics affect earnings management and what are the channels through which managerial characteristics affect earnings management. This limitation in this study suggests that there is opportunity for further research on this field.

REFERENCES

- [1] Allgood, S., & Farrell, K., "The effect of CEO tenure on the relation between firm performance and turnover". *Journal of Financial Research*, 23(3): 373–390, 2000.
- [2] Baker, M., & Wurgler, J., Market timing and capital structure. *Journal of Finance*, 57(1): 1–32, 2002.
- [3] Barton, J., & Simko, P., "The balance sheet as an earnings management constraint". *The Accounting Review*, 77(Supplement): 1–27, 2002.
- [4] Bartov, E., & Mohanram, P., "Private information, earnings manipulations, and executive stock-option exercises". *Accounting Review*, 79(4): 889–920, 2004.
- [5] Beasley, M. S., "An empirical analysis of the relation between the board of director composition and financial statement fraud", *Accounting Review*, 71(4): 443–465, 1996.
- [6] Becker, L. C., Defond, M. L., Jiambalvo, J., & Subramanyam, K. R., "The Effect of Audit Quality on Earning Management". *Contemporary Accounting Research*, 15(1): 1–24, 1998.
- [7] Bedard, J., Chtourou, S. M., & Courteau, L., "The Effect of Audit Committee Expertise, Independence and Activity on Aggressive Earnings Management". *Auditing : A Journal of Practice & Theory*, 23(2): 13–35, 2004.
- [8] Bergstresser, D., & Philippon, R., "CEO Incentives and earnings management". *Journal of Financial Economics*, 80(3): 511–529, 2006.
- [9] Bowen, R. M., Rajgopal, S., & Venkatachalam, M., "Accounting discretion, corporate governance and firm performance". *Contemporary Accounting Research*, 25(2): 351–405, 2008.
- [10] Brickley, J., Coles, J., & Jarrell, G., "Leadership structure: Separating the CEO and chairman of the board". *Journal of Corporate Finance*, 3(3): 189–220, 1997.
- [11] Bushee, B., Core, J., Guay, W., & Hamm, S. J. W., "The role of the business press as an information intermediary". *Journal of Accounting Research*, 48(1): 1–19, 2010.
- [12] Cheng, Q., & Warfield, T. D., "Equity incentives and earnings management". *Accounting Review*, 80(2): 441–476, 2005.
- [13] Daily, C., & Dalton, D., "Board of directors leadership and structure: Control and performance implications". *Entrepreneurship Theory and practice*, 17(3): 65–81, 1993.
- [14] Davidson, W. N., Jiraporn, P., Kim, Y. S., & Nemecek, C., "Earnings management following duality-creating successions: Ethnostatistics impression management, and agency theory". *Academy of Management Journal*, 47(2): 267–275, 2004.
- [15] Davidson, R., Goodwin-Stewart, J., & Kent, P., "Internal governance structures and earnings management". *Accounting and Finance*, 45(2): 1–27, 2005.
- [16] DeAngelo, L. E., "Auditor Size and Audit Quality". *Journal of Accounting and Economics*, 3(3): 183–199, 1981.
- [17] Dechow, P. M., Sloan, R. G., & Sweeney, A. P., "Detecting earnings management". *The Accounting Review*, 70(2): 193–225, 1995.
- [18] DeFond, M., & Jiambalvo, J., "Debt covenant violation and manipulation of accruals". *Journal of Accounting and Economics*, 17(1/2): 145–176, 1994.
- [19] DeFond, M., & Subramanyam, K. R., "Auditor changes and discretionary accruals". *Journal of Accounting and Economics*, 25(1): 35–67, 1998.
- [20] DeFond, M., Hann, R., & Hu, X., "Does the Market Value Financial Expertise on Audit Committees of Boards of Directors?". *Journal of Accounting Research*, 43(2): 153–193, 2005.
- [21] DeGeorge, F., Patel, J., & Zeckhauser, R., "Earnings management to exceed thresholds". *Journal of Business*, 72(1): 1–33, 1999.
- [22] Diamond, D. W., "Reputation acquisition in debt markets". *Journal of Political Economics*, 97(4): 828–862, 1989.
- [23] Dye, R. A., "Earnings management in an overlapping generations model". *Journal of Accounting Research*, 26(2): 195–235, 1988.
- [24] Faccio, M., & Lang, L. H. P., "The ultimate ownership of Western European corporations". *Journal of Financial Economics*, 65(3): 365–395, 2002.
- [25] Fama, E. F., "Agency problems and the theory of the firm". *The Journal of Political Economy*, 88(2): 288–307, 1980.
- [26] Francis, J. R., Maydew, E. L., & Sparks, H. C., "The Role of Big 6 Auditors in the Credible Reporting of Accruals". *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 18(2): 17–34, 1999.
- [27] Francis, J., Huang, A. H., Rajgopal, S. & Zang, A. Y., "CEO reputation and earnings quality". *Contemporary Accounting Research*, 25(1): 109–147, 2008.
- [28] Frankel, R., Johnson, M. F., & Nelson, K. K., "The relation between auditors' fees for non-audit services and earnings management". *Accounting Review*, 77(Supplement): 71–114, 2002.
- [29] Gains-Ross, L., "CEO reputation: A key in shareholder value". *Corporate Reputation Review*, 3(4): 366–370, 2000.
- [30] Gul, F. A., Lyn, S. G., & Tsui, J. S., "Audit Quality, Management Ownership, and The Informativeness of Accounting Earnings". *Journals of Accounting, Auditing and Finance*, 17(1): 25–49, 2001.

- [31] Hamilton, J., & Zeckhauser, R., "Media coverage of CEOs: Who? What? Where? When? Why?" Working Paper, Duke – Harvard University, 2004.
- [32] Hayward, M, Rindova, V., & Pollock, T., "Believing one's own press: the causes and consequences of CEO celebrity". *Strategic Management Journal*, 25(7): 637–653, 2004.
- [33] Hirst, E., "Auditors' sensitivity to earnings management". *Contemporary Accounting Research*, 11: 405–422, 1994.
- [34] Holmstrom, B., "Managerial incentive problems: A dynamic perspective". *Review of Economic Studies*, 66(1): 169–182, 1999.
- [35] Hribar, P., & Nichols, C., "The Use of Unsigned Earnings Quality Measures in Tests of Earnings Management". *Journal of Accounting Research*, 45(5): 1017–1053, 2007.
- [36] Hribar, P., & Yang, H., "Does CEO Overconfidence Affect Management Forecasting and Subsequent Earnings Management?" Working Paper. University of Iowa and University of Pennsylvania, 2010.
- [37] Jensen, M. C., & Meckling, W. H., "Theory of the firm: managerial behaviour, agency costs and ownership structure". *Journal of Financial Economics*, 3(4): 305–360, 1976.
- [38] Jensen, M. C., & Murphy, K. J., "Performance pay and top-management incentives". *Journal of Political Economy*, 98(2): 225–264, 1990.
- [39] Jones, J., "Earnings management during import relief investigations". *Accounting Review*, 29: 193–228, 1991.
- [40] Karuna, C., "CEO reputation and internal corporate governance". Working Paper. The Paul Merage School of Business, 2009.
- [41] Kim, J. B., & Yi, C. H., "Ownership structure, business group affiliation, listing status, and earnings management: Evidence from Korea". *Contemporary Accounting Research*, 23(2): 427–464, 2006.
- [42] Klein, A., "Audit committees, board of director characteristics, and earnings management". *Journal of Accounting and Economics*, 33(3): 375–400, 2002.
- [43] Kreps, D., "Corporate culture and economic theory". In *Perspectives on Positive Political Economy*, edited by James Alt and Kenneth Sheplse. Cambridge University Press, 90–143, 1990.
- [44] La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R., "Law and finance". *Journal of Political Economy*, 106: 1113–1155, 1998.
- [45] Leuz, C., Nanda, D., & Wysocki, P., "Earnings management and investor protection: an international comparison". *Journal of Financial Economics*, 69(3): 505–527, 2002.
- [46] Lobo, G., & Zhou, J., "Did Conservatism in Financial Reporting Increase after the Sarbanes-Oxley Act? Initial Evidence". *Accounting Horizons*, 20: 57–74, 2006.
- [47] Malmendier, U., & Tate, G., "Superstar CEOs". *Quarterly Journal of Economics*, 124(4): 1593–1638, 2009.
- [48] Milbourn, T., "CEO reputation and stock-based compensation". *Journal of Financial Economics*, 68(2): 233–262, 2003.
- [49] Miller, G., "The press as a watchdog for accounting fraud". *Journal of Accounting Research*, 44(5): 1001–1033, 2006.
- [50] Morck, R., Schleifer, A., & Vishny, R., "Management ownership and market valuation: An empirical analysis". *Journal of Financial Economics*, 20(1): 293–316, 1988.
- [51] Mullainathan, S., & Shleifer, A., "The Market for News", *American Economic Review*, 95(4): 1031–1053, 2005.
- [52] Murphy, K., "Executive Compensation". In Orley Ashenfelter and David Card, eds., *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3. Amsterdam: North-Holland, 1999.
- [53] Neter J., Wasserman W., & Kunter, M. H., "Applied Linear Regression Models". 2nd edition, Irwin, Homewood, IL, 1989.
- [54] Park, D., & Berger, B., "The presentation of CEOs in the press, 1990-2000: Increasing salience, positive valence, and a focus on competency and personal dimensions of image". *Journal of Public Relations Research*, 16(1): 93–125, 2004.
- [55] Park, Y. W., & Shin, H. H., "Board composition and earnings management in Canada". *Journal of Corporate Finance*, 10(3): 431–457, 2004.
- [56] Peasnell, K. V., Pope, P. F., & Young, S., "Detecting earnings management using cross-sectional abnormal accruals models". *Accounting and Business Research*, 30(4): 313–326, 2000.
- [57] Peasnell, K. V., Pope, P. F., & Young, S., "Board monitoring and earnings management: Do outside directors influence abnormal accruals?" *Journal of Business Finance and Accounting*, 32(7/8): 1311–1346, 2005.
- [58] Rajgopal, S., Shevlin, T., & Zamora, V., "CEOs' outside employment opportunities and the lack of relative performance evaluation in compensation contracts". *Journal of Finance*, 61(4): 1813–1844, 2006.
- [59] Smith, M., "Shareholder activism by institutional investors: Evidence from CalPERS". *Journal of Finance*, 51(1): 227–252, 1996.
- [60] Sridhar, S., "Managerial reputation and internal reporting". *Accounting Review*, 69(2): 343–363, 1994.
- [61] Summers, S. L., & Sweeney, J. T., "Fraudulently misstated financial statements and insider trading: An empirical analysis". *Accounting Review*, 73(1): 131–145, 1998.
- [62] Tetlock, P. C., "Giving Content to Investor Sentiment: The Role of Media in the Stock Market". *Journal of Finance*, 62(3): 1139–1168, 2007.

- [63] Watts, R. L., & Zimmerman, J. L., "Towards a positive of the determination of accounting standards". *Accounting Review*, 53(1): 112–134, 1978.
- [64] Watts, R., & Zimmerman, J. L., "*Positive Accounting Theory*". Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ, 1986.
- [65] Xie, B., Davidson, W. N., & DaDalt, P. J., "Earnings management and corporate governance: The role of the board and the audit committee". *Journal of Corporate Finance*, 9(3): 295–316, 2003.

Facteurs influençant le profit de la culture de gombo dans les conditions pédoclimatiques et socio-économiques de Lubumbashi en RDC

[Factors influencing the profit culture okra in soil and climate conditions and socio-economic Lubumbashi in the DRC]

Tshomba Kalumbu John¹, Esoma Okotoma Bienvenu², Muyambo Musaya Emmanuel¹, Useni Sikuzani Yannick², and Nyembo Kimuni Luciens²

¹Département d'Economie Agricole, Faculté des Sciences Agronomiques,
Université de Lubumbashi, B.P 1825, Lubumbashi, RD Congo

²Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques,
Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

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

ABSTRACT: The present study was initiated to evaluate the factors influencing the profitability of the crop of okra in soil and climatic conditions and socio-economic Lubumbashi. The culture was installed in the actual conditions at the farm Kasapa the University of Lubumbashi on an area of one hectare. The observed agronomic parameters include the rate of emergence and survival, height of the plans, the number of harvests and yield. Then the flow of products (fruits) was carried out in the different markets of the city of Lubumbashi. The results revealed that the average survival rate is 91%, a decrease of 4% compared to the emergence rate originally recorded. The yield obtained (3.3 tonnes / ha) would be explained by several factors, the most limiting would phytosanitary restrictions, transportation costs and low producer prices. In the soil and climate and socio-economic context of Lubumbashi, these factors significantly limit the financial profitability (9% is a profit of \$ 9 for \$ 100 invested over a period of four months) culture okra. Thus, improved profitability of this culture would pass through minimizing transportation costs and reducing the gap between market prices and those for the production and control of the technical route.

KEYWORDS: Okra, financial profitability, performance and Lubumbashi.

RÉSUMÉ: La présente étude a été initiée en vue d'évaluer les facteurs influençant la rentabilité de la culture de gombo dans les conditions pédoclimatiques et socio-économiques de Lubumbashi. La culture a été installée dans les conditions réelles à la ferme Kasapa de l'Université de Lubumbashi sur une superficie d'un hectare. Les paramètres agronomiques observés sont notamment, le taux de levée et de survie, la hauteur des plans, le nombre de récoltes et le rendement. Ensuite, l'écoulement des produits (fruits) a été réalisé dans les différents marchés de la ville de Lubumbashi. Les résultats ont révélé que la moyenne du taux de survie est de 91% soit une diminution de 4% par rapport au taux de levée enregistré initialement. Le rendement obtenu (3,3 tonnes/ha), serait expliqué par plusieurs facteurs dont les plus limitant seraient les contraintes phytosanitaires, les coûts de transport et les faibles prix aux producteurs. Dans le contexte pédoclimatique et socioéconomique de Lubumbashi, ces facteurs limitent considérablement la rentabilité financière (9% soit un profit de 9\$ pour 100\$ investis sur une période de quatre mois) de la culture de gombo. Ainsi, l'amélioration du profit de cette la culture passerait par la minimisation des coûts de transport et la réduction des écarts entre les prix du marché et ceux à la production et par la maîtrise de son itinéraire technique.

MOTS-CLEFS: Gombo, rentabilité financière, rendement et Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

Le gombo fait parti de la famille de malvacée. Cette famille est représentée dans les conditions pédoclimatiques de la ville de Lubumbashi par deux espèces à savoir : l'oseille (*Hibiscus acerosella*) et le gombo (*Abelmoschus esculentus*). C'est un légume qu'on retrouve à l'état frais dans tous les marchés de la ville Lubumbashi durant la période pluvieuse et à l'état sec durant la saison sèche. Cela est du à sa richesse en mucilage [1], à sa forte valeur marchande et son importance vitale dans l'alimentation des populations Katangaises en général et Lushoises en particulier. Le gombo étant l'un de pilier de la culture maraichère rêvait une importance économique considérable surtout pour les pauvres producteurs et joue un rôle essentiel dans l'équilibre financier des systèmes agricoles de l'agriculture périurbaine de Lubumbashi [2]. En effet, la culture de gombo constitue l'un des principaux légumes fruits, la plus cultivée dans les grandes villes telles que Kinshasa et Lubumbashi [3]. Sur le plan social, le gombo joue aussi un rôle important dans la vie d'une grande proportion des familles pauvres en améliorant leur repas quotidien, grâce à sa capacité d'épaissir les soupes, sa diversité de préparation ainsi qu'à sa valeur nutritive indiquée. Sur le plan environnement, à Lubumbashi et à Kinshasa, ce type de maraîchage a permis de reverdir partiellement les villes et de nettoyer les zones situées en bordure de route, où les détritiques de toutes sortes s'accumulent.

Malgré ses multiples utilisations (valeur financière et nutritive), le gombo est toujours cultivé sur des petites superficies moyennes d'un are, localisées dans les parcelles d'habitation, le long des chaussées, dans les camps militaires et les enclos d'entreprises, et dont les suppléments de production sont commercialisés par les producteurs dans les marchés de proximité [4]. Ces conditions de proximité précédemment décrites font de la culture de gombo une activité rentable suite à l'accès facile aux marchés en milieu urbain et périurbain. Cependant, les contraintes à la production restent multiples. Le stress hydrique, les problèmes phytosanitaires (maladies et les ravageurs) et les coûts des engrais et le moyen de conservation des fruits représenteraient des contraintes majeures dans la maximisation de profit de cette culture [5]. Ainsi, cet article vise à mettre en évidence les facteurs influençant le profit de la culture de gombo installée dans le milieu réel situé à 15 km du centre ville de Lubumbashi. L'essai a été installé sur une superficie d'un hectare au cours de la saison pluvieuse de la campagne agricole 2013-2014.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 MILIEU

Cette présente étude a été menée dans les conditions réelles à la ferme Kassapa de l'Université de Lubumbashi, à 11°36'Sud et 27° 18'Est, sur une altitude moyenne de 1243 m, dans la province du Katanga, au sud Est de la République Démocratique du Congo (Figure 1). Le site expérimental se situe à plus ou moins 10 km du campus universitaire de Lubumbashi. La couverture pédologique du terrain est du type ferrallitique avec un pH oscillant autour de 5,2 et des colorations rouge et jaune d'après la classification de l'INEAC et ceci selon la topographie et le drainage. Ces sols sont aussi caractérisés par une texture grossière argilo-sablonneuse et sont pauvres en matières organiques [6].

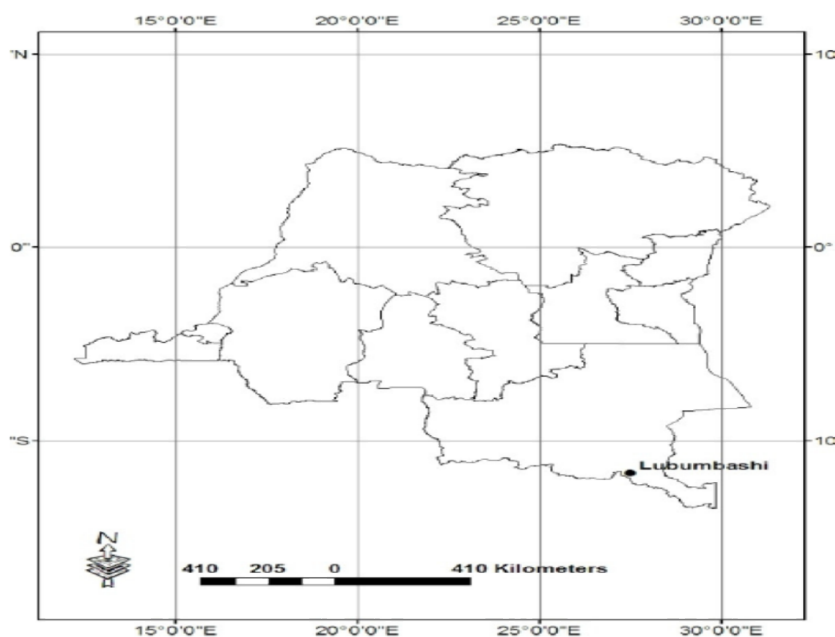


Figure 1. Localisation de la ville de Lubumbashi

Source : Kasongo et al, 2013.

De l'observation faite, la flore de recolonisation est dominée par des espèces telles que : *Tithonia diversifolia*, *Panicum maximum*, *Imperata cylindrica*, *Bidensspilosa*, *cynodondactylon* qui couvrent le terrain à de degrés de recouvrement variés.

2.1.1 CLIMAT

La ville de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type Cw6 de la classification de Koppén. Ce climat suit l'alternance d'une saison pluvieuse (novembre à avril) et une saison sèche (mai à septembre) avec octobre et avril comme les mois de transition, juillet et août étant secs [7]. Les précipitations ayant prévalu au cours de la période d'essai oscille entre 277,5 mm (janvier) et 113,5 mm (avril). La moyenne des précipitations étant de 225,58 mm et 15 jours de pluies par mois. La température quant à elle a varié entre 14,8°C (février et avril) et 31,5°C (décembre) avec une moyenne de 21°C. Enfin, l'humidité maximale au cours de la conduite de l'essai a été observée au mois de février soit 88% contre 81% au mois d'avril. Le tableau 1 ci-après met en évidence les données climatiques enregistrées au cours de la conduite du système de production de la culture de gombo.

Tableau 1. Données climatiques durant la conduite du système de production de la culture

Paramètres climatiques		2013		2014			Moyenne
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	
Précipitation	Quantité (mm)	247,5	277,5	331,6	157,8	113,5	225,58
	Nombre des jours	16	18	22	13	8	15,4
Température (°C)	Maximum	31,5	32	29,8	30,5	29,1	30,58
	Moyenne	21,2	21,3	21,9	21,4	20,8	21,32
	Minimum	16	15,6	14,8	16	14,8	15,44
Humidité relative (%)		84	87	88	85	81	85

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT)/station de la Luano (2014)

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.2.1 MATÉRIELS

Le matériel végétal utilisé est le gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) de la famille de malvaceae. Il est abondamment cultivé en Afrique tropicale pour son importance agroalimentaire. La variété choisie est Clemson Spinless dont le cycle végétatif varie entre 80 et 120 jours. Les semences utilisées ont été obtenues dans une maison agricole de la place à Lubumbashi. Les caractéristiques de la variété sont représentées dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2. Caractéristiques de la variété Clemson Spinless

Origine	Résistance à la verse	Résistance aux ravageurs	Précocité (jours)	Cycle végétatif (jours)	Nombre des fruits par plant	Plante hauteur (cm)	Plante port	Section de la capsule
Inde	Très résistant	Peu résistant	Très précoce	80-120	7-16	70-150	Port moyen	Pentagonale

2.2.2 MÉTHODE

2.2.2.1 CONDUITE DU SYSTÈME DE CULTURE

Une superficie d'un hectare a été labourée et subdivisée en douze blocs choisis aléatoirement. Cette répartition des blocs a permis la collecte de données sur les paramètres végétatifs (le taux de levée et de survie ainsi que la hauteur des plants) afin d'en déterminer la moyenne globale au cours de la croissance de la culture. Dans chaque bloc, 100 plants ont été sélectionnés aléatoirement et suivis au cours de la croissance de la culture mise en place. Comme opérations culturales, le labour a été effectué au mois de décembre à l'aide du tracteur (John Deere 5505) équipé de la charrue à disque, suivi de l'hersage manuel, une semaine après l'opération de labour. Le semis a été réalisé le 27 décembre 2013 et à une densité de trois graines par poquet et aux écartements de 0,5 X 0,25 m, soit une densité totale de 160000 plants à l'hectare. L'amendement a été effectué par l'apport d'une fertilisation minérale à base de NPK (10-20-10) à la dose de 300kg /ha au 30^{ème} jour après semis. Les sarclages ont été effectués au besoin, pour éviter toute compétition entre la culture gombo et les adventices afin de permettre un meilleur développement végétatif. La récolte a débuté cinq jours après la première floraison (01 mars 2013) et elle concernait tous les jeunes fruits âgés de trois jours en vue des conditions du marché. Les différentes composantes du coût de production ont été mises en évidence et les prix à la production et du marché ont été également prélevés dans les différents marchés où les fruits de gombo ont été écoulés. Pour ces données économiques, le taux de change se situa à 900 FC pour 1 USD. Les données recueillies ont été traitées à l'aide du logiciel SPSS 16.0 et les graphiques ont été élaborés avec Excel. La figure 2 ci-après résume les différents stades de la culture.



Figure 2. Différents stades de croissance de la culture de gombo

3 RESULTATS

3.1 CONDUITE DU SYSTÈME DE PRODUCTION DE LA CULTURE DE GOMBO

3.1.1 PARAMÈTRES VÉGÉTATIFS

Le tableau 3 ci-après met en évidence les taux de levée et de survie ainsi que la hauteur des plants au trentième et quarante cinquième jours du cycle de la culture de gombo.

Tableau 3. Paramètres végétatifs observés au cours de la conduite de la culture

Parcelle	Taux de levée	Taux de survie à la récolte	Hauteur des plants 30 ^e jour	Hauteur des plants 45 ^e jour
P1	95 ± 7,0	89 ± 7,3	8,5 ± 1,2	14,1 ± 1,8
P2	100 ± 0,0	95 ± 7,0	8 ± 0,5	12,4 ± 0,7
P3	100 ± 0,0	99 ± 3,1	9,6 ± 1,3	15,5 ± 1,8
P4	100 ± 0,0	95 ± 5,3	8,5 ± 1,2	14,3 ± 1,8
P5	97 ± 6,7	95 ± 7,0	9 ± 0,8	15,1 ± 0,9
P6	100 ± 0,0	97 ± 6,7	7,2 ± 1,1	11,3 ± 1,1
P7	98 ± 6,3	92 ± 6,3	9,4 ± 1,5	13,6 ± 1,8
P8	94 ± 5,2	88 ± 6,3	10,2 ± 1,1	15,4 ± 1,6
P9	88 ± 13,1	84 ± 11,7	10,1 ± 0,9	15,8 ± 1,6
P10	92 ± 13,1	91 ± 12,8	10,4 ± 1,1	14,2 ± 1,6
P11	72 ± 14,7	70 ± 14,1	11,1 ± 0,9	15,5 ± 1,5
P12	100 ± 0,0	96 ± 5,1	9,9 ± 0,9	14,9 ± 2,6
Moyenne globale	94,6 ± 10,7	90,9 ± 11	9,3 ± 1,5	14,3 ± 2,1

Il ressort du tableau ci-haut que les moyennes de taux de levée oscillent entre 88 et 100%. La moyenne globale se situe à 95 % du taux de germination. Le taux de survie de plants après la levée a diminué jusqu'à atteindre 91%, comme moyenne globale. La hauteur moyenne des plants au trentième jour a été de 9 cm et dix jours après, elle a été observée jusqu'à 14 cm, soit un accroissement de 5 cm.

3.1.2 PARAMÈTRES DE RENDEMENTS

La figure 3 suivante donne la quantité de fruits récoltés en kilogramme en fonction de l'évolution des récoltes enregistrées.

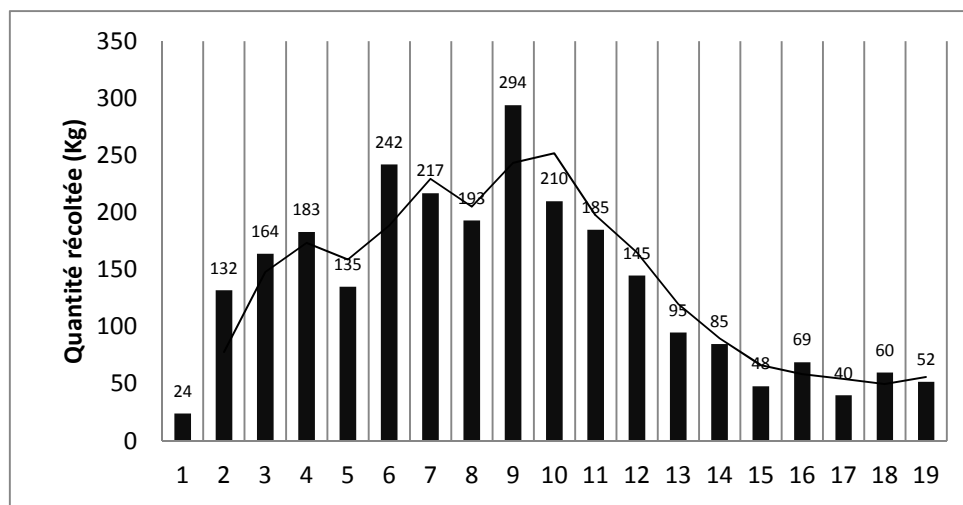


Figure 3. Evolution des quantités récoltées en fonction des jours de récolte

Il ressort que le nombre total de récolte s'élève à 19 avec le pic de la quantité récoltée enregistrée à la neuvième récolte (294Kg). Le nombre des fruits par plant au cours du cycle de production est de 14 fruits en moyenne. La quantité la plus faible récoltée a été obtenue le premier jour soit 24 Kg. L'analyse de l'évolution des quantités récoltées montrent deux phases. La première est caractérisée par l'augmentation des quantités des fruits récoltés jusqu'à atteindre le summum (la neuvième récolte), ensuite la deuxième phase décrivant une décroissance des quantités des fruits jusqu'à la fin de la récolte.

3.1.3 PARAMÈTRES ÉCONOMIQUES

3.1.3.1 COMPOSANTES DU COÛT DE PRODUCTION DE LA CULTURE DE GOMBO

De la figure 4 suivante, les composantes du coût de production sont mises en évidence. Le coût de transport représente la composante la plus importante suivie des coûts des engrais, du labour et hersage, du semis et des semences. Il sied de noter que le coût de transport a été fonction de la distance du site de production aux différents marchés d'écoulement se situant en moyenne à 12,5 km. Les moyens de transport sont principalement la moto et le véhicule.

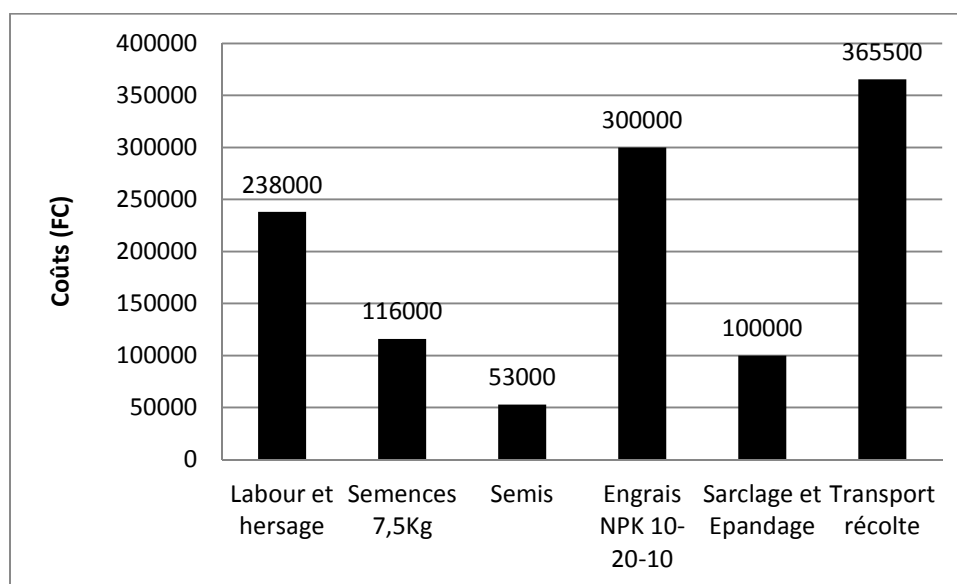


Figure 4. Composantes du coût de production de la culture de gombo

3.1.3.2 ÉVOLUTION DES RECETTES ENREGISTRÉES EN FONCTION DU JOUR DE RÉCOLTE

L'évolution des recettes enregistrées à l'intervalle de deux jours ont augmenté progressivement de 10000FC le premier jour jusqu'à atteindre le pic soit 135000FC le sixième jour. Ensuite, une diminution de recettes a été enregistrée dès la septième récolte jusqu'à la dernière récolte soit 5000 FC. Il sied de noter qu'une grande quantité des invendus a été obtenu à la neuvième et à la onzième récolte, ce qui explique la diminution des recettes enregistrées respectivement de 32000FC et 20000FC. Ces invendus ont été dus au retard dans la récolte de deux jours suite au manque de la main d'œuvre et aux conditions météorologiques qui n'ont pas été favorables.

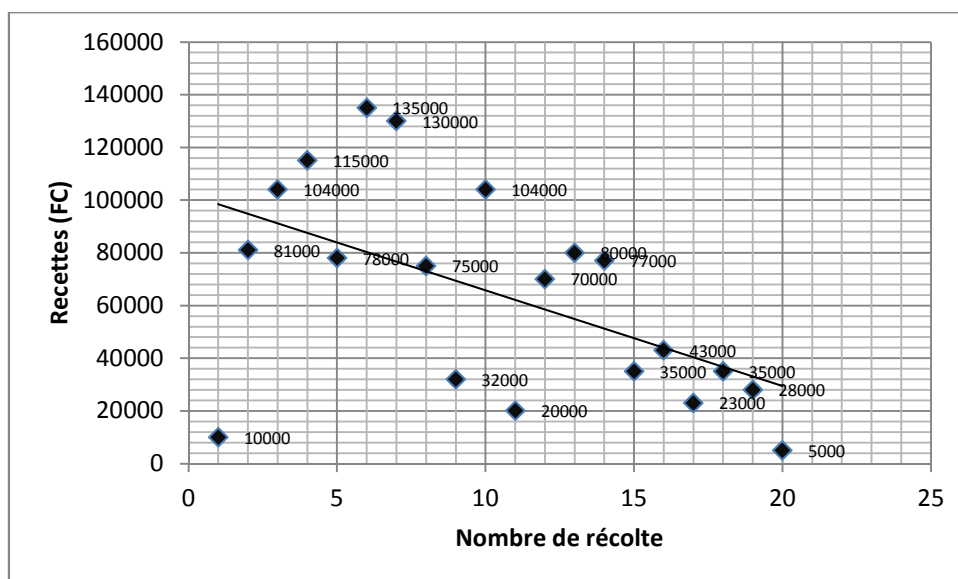


Figure 5. Evolution des recettes en fonction de jour de récolté

3.1.3.3 DISTRIBUTION ET COMMERCIALISATION DU PRODUIT

La distribution des fruits a été réalisée dans les principaux marchés de la ville : le marché Moïse (MM), Njanja (MN), Kasonko (MK), Jambo (MJ), commune Kenya (MC) et le marché pirate (MP).

3.1.3.4 PRINCIPAUX MARCHÉS ET DYNAMIQUE SPATIALE DES PRIX DE VENTE DU GOMBO

L'une des contraintes majeures dans la commercialisation de gombo est l'écart des prix à la production et au marché. En effet, des écarts importants ont été constatés entre les prix de vente à la production et celui des différents marchés alors que le produit était acheminé jusque dans ces marchés (Figure 6). Ainsi, Il ressort à travers cette même figure que le prix à la production le plus faible a été enregistré dans le marché MK (Kasonko) soit 450FC par Kilogramme, alors que dans ce même marché, le prix à la commercialisation est six (6) fois supérieur au prix à la production (3000FC). Le prix à la production le plus élevé est obtenu dans le super marché Jambo Market (MJ) soit 800FC par kilogramme alors que le prix à la commercialisation s'élève à 1400FC le kilogramme de gombo.

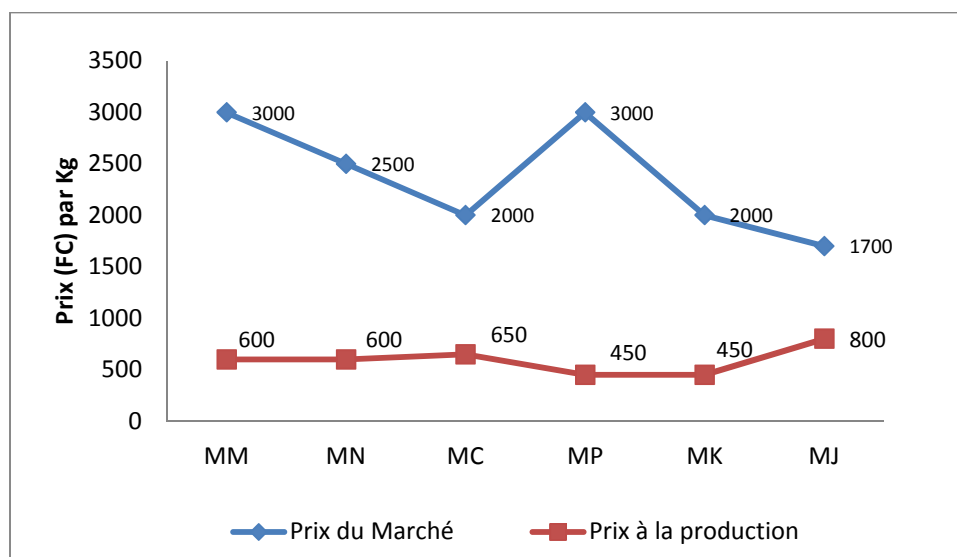


Figure 6. Principaux marchés en fonction de la dynamique spatiale des prix vente du gombot

Légende : MM : marché Moïse ; MN : marché Njanja ; MC : marché Commune ; MP : marché Pirate MK : marché Kasonko ; MJ : marché Jambo.

3.1.4 RENTABILITÉ DE LA CULTURE DE GOMBO

Le taux de rentabilité est de 9 %. C'est-à-dire pour 100 \$ investit, le profit est de 9 \$ sur une période de quatre mois correspondant au cycle de la culture. Ce taux de rentabilité faible est expliqué par plusieurs facteurs notamment, les conditions climatiques, le coût exorbitant de transport et les écarts élevés des prix à la production par rapport à celui de la commercialisation. Ces contraintes ont un effet significatif sur la réduction de profit enregistré dans les conditions socioéconomiques de Lubumbashi.

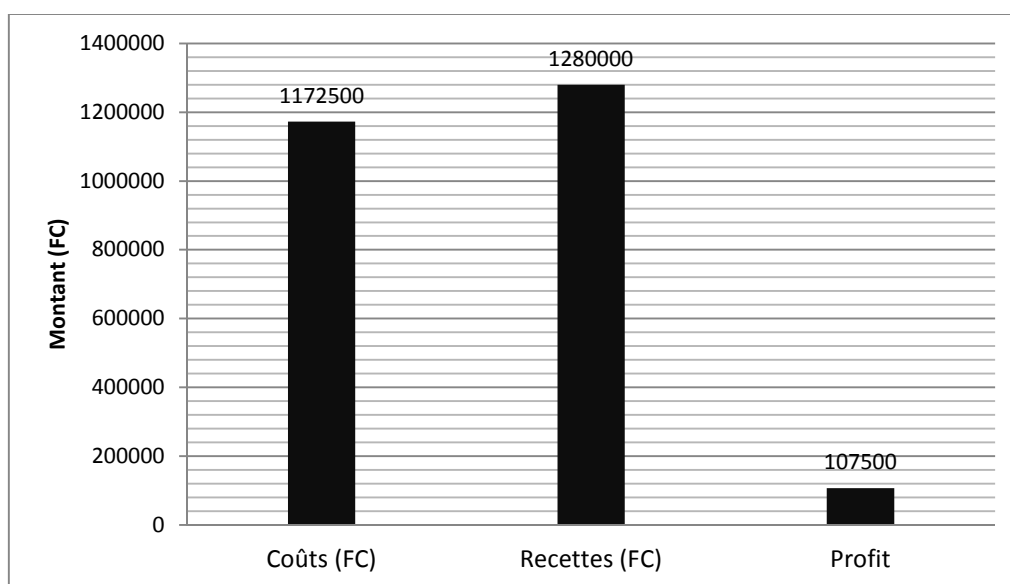


Figure 7. Profit enregistré pour un hectare emblavé

4 DISCUSSION

4.1 ANALYSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES ET DES PARAMÈTRES AGRONOMIQUES

Les paramètres agronomiques tels que le taux de levée, le taux de survie, la hauteur à 30^{ème} et 40^{ème} jour révèlent une forte hétérogénéité entre les blocs. Cette différence serait due à la variabilité spatiale de la fertilité du sol, à l'hétérogénéité du terrain après un hersage et l'application des engrais NPK 10-20-10-6, manuellement par une main d'œuvre agricole payée. Ce mode de travail accentue la variabilité de la fertilité des sols. En outre, selon [8], la température optimale pour la germination du gombo oscille entre 24°C et 32°C alors qu'au cours de la période du semis, une température moyenne de 21°C a été observée aux mois de décembre et janvier.

En ce qui concerne le rendement, les résultats obtenus révèlent que le rendement moyen est de 3,3 tonnes/ha, légèrement inférieur à celui indiqué (4 tonnes par hectare) par [9]. Cette situation se justifierait par l'hétérogénéité de la croissance de la culture observée due aux doses d'engrais appliquées manuelles, les propriétés du sol, le stress hydrique et surtout par les contraintes phytosanitaires du fait qu'aucun traitement phytosanitaire n'a été administré au cours de la présente étude. En effet, d'après [10], [11] et [12], le stress hydrique est une contrainte majeure à la culture de gombo d'autant plus qu'il affecte la photosynthèse et par conséquent le rendement de la culture même. Une diminution de la teneur en eau de la plante se traduit immédiatement par une réduction de la croissance des différents organes avant même que la photosynthèse ne soit affectée [13]. Ainsi, les paramètres les plus affectés sont la longueur du fruit et le nombre de fruits par plante à la récolte. Et, le stress hydrique survenu lors de la boutonnisation a pour effet, la réduction de longueur, le diamètre, le nombre et le poids frais des fruits et donc, la diminution de rendement de la culture de gombo [3].

Et selon [1], les maladies et les insectes impactent significativement le rendement de la culture de gombo. Une étude similaire a été menée par [14] au Burkina-Faso, montrant qu'au cours de la saison sèche, le rendement baisse jusqu'à 1,5 tonne par hectare inférieur à celui que nous avons obtenu au cours de la saison de pluie.

4.2 ANALYSE DES COÛTS DE TRANSPORT, COMME CONTRAINTE DANS LA COMMERCIALISATION DU GOMBO

Le moyen étant principalement la moto et le véhicule sur une distance de près de 15 Km maximum jusqu'au lieu d'écoulement (différents marchés de la ville de Lubumbashi), prend une proportion de 31 % du coût total de production. Selon [15], les coûts de transaction élevés au niveau des grossistes et producteurs, le plus important est le transport qui représente 46 à 61% des coûts. Ceci, constitue une contrainte dans la maximisation de profit d'autant plus que le marché reste concurrentiel face aux producteurs des périmètres urbains et périurbains. Ces derniers n'étant pas affectés par ces coûts de transport exorbitants car les acheteurs des fruits de gombo accèdent facilement à leurs lieux de production. En effet, en RDC le mauvais état de l'infrastructure de transports est le plus gros handicap pour la croissance de l'agriculture. Le réseau de transports est insuffisant et l'accès aux marchés reste la contrainte majeure des producteurs ruraux. En plus, pendant la longue saison pluvieuse, les temps de transaction des produits agricoles vers les marchés s'allongent d'environ 40 % [16]. A cette situation, s'ajoute la périssabilité du fruit de gombo qui exige les producteurs à parcourir les différents marchés pour écouler les produits. De cette situation, il découle que le pouvoir de négociation diminue une fois que le producteur est à la quête des prix rémunérateurs sur les marchés. En plus, au cours de la saison de pluie, le coût de transport est revu à la hausse suite à la dégradation des routes d'approvisionnement agricole généralement non asphaltées d'une part et les marchés abondent les produits d'autre part.

4.3 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PRIX À LA PRODUCTION ET SUR LE MARCHÉ

Relativement à la dynamique des prix sur les différents marchés, il a été observé la variation des prix à la production et ceux du marché. Les prix à la production sont inférieurs de 2 fois à 7 fois dans les six marchés par rapport aux prix à la consommation. Les commerçants tirent 2 à 6 fois plus de profit que les producteurs, avec une moyenne de 3,6 fois. Cette marginalisation des producteurs est une contrainte majeure dans la rentabilisation de la culture de gombo. Les acheteurs imposent leurs prix aux producteurs étant donné l'abondance du produit dans les marchés au cours de la saison de pluies. En effet, les producteurs subissent le prix du marché même si ce dernier ne leur semble pas rémunérateur. Les acheteurs des produits agricoles finissent toujours par l'emporter par rapport aux prix fixés par le producteur après le marchandage. Cette situation étant expliquée par l'éloignement des lieux de production par rapport aux marchés, poussant ainsi le producteur à accepter le prix qui lui est proposé afin d'éviter des produits non vendus particulièrement lorsque ces derniers sont périssables [17]. Néanmoins, certains marchés de la ville présentent des prix aux producteurs élevés. C'est le cas notamment du marché Jambo (Mn), 800 FC par Kilogramme au producteur contre 1700 FC dans son supermarché (à la consommation).

Les faibles prix aux producteurs sur les marchés, Ndjandja (MN), Commune (MC) et Kansoko (MK), se justifieraient par le simple fait que ces lieux d'écoulement constituent des marchés des grossistes qui s'y approvisionnent. Et donc, on y note la présence des intermédiaires dans la chaîne de valeurs de la culture de gombo. Il sied de signaler que ces faibles prix aux producteurs constituent des difficultés majeures pour les producteurs œuvrant dans les milieux ruraux que ceux se situant dans la zone périphérique de Lubumbashi. En effet, le paysan producteur est motivé par la recherche d'un prix beaucoup plus rémunérateur que celui en vigueur dans la campagne [17]. En outre, le choix des marchés d'écoulement est justifié par les facteurs tels que la localisation des marchés, le niveau de demande et les coûts de transport réduits [18].

4.4 ANALYSE DU NIVEAU DE LA RENTABILITÉ DE LA CULTURE DE GOMBO

Quant aux paramètres économiques, les résultats ont montré une faible rentabilité de la culture de 9% soit 9 \$ pour 100 \$ investit sur une période de quatre mois. Plusieurs facteurs expliquent cette faible rentabilité. La variabilité spatiale de la fertilité du sol, l'hétérogénéité de la main d'œuvre agricole, les contraintes phytosanitaires, les coûts de transport et les faibles prix aux producteurs imposés par les intermédiaires. En effet, ces derniers achètent les légumes chez les producteurs dans les marchés locaux pour revendre à des prix très élevés [19]. A ces facteurs, s'ajoute la problématique de conservation des fruits de gombo. Le fruit de gombo est périssable et une mauvaise conservation détériore davantage la qualité. Le manque de technique de conservation adéquate n'a pas permis de stocker les produits en vue d'attendre des périodes où les prix seraient élevés. Les produits étaient écoulés dès la récolte et cela n'a pas permis d'améliorer les conditions de marché. Cette situation contribue significativement à la chute des prix sur le marché.

REMERCIEMENTS

Nous terminerons ce travail de recherche par adresser nos remerciements à nos collaborateurs de terrain, Messieurs Kalume et Malosa, eux qui se sont parfois oubliés pour répondre à nos préoccupations dans le suivi des activités sur terrain, qu'ils trouvent tous ici l'expression de notre profonde gratitude.

5 CONCLUSION

La présente étude a été consacrée à l'évaluation des paramètres agronomiques et économiques influant sur la rentabilité de la culture de gombo dans le contexte socio-économique de Lubumbashi. Pour y arriver, le dispositif de douze blocs choisis aléatoirement a été suivi pour les paramètres agronomiques et l'écoulement des produits dans différents marchés ciblés a été réalisé dans le but d'étudier les paramètres économiques. A la lumière des résultats obtenus, l'étude révèle que le rendement faible obtenu soit 3,3 tonnes/ha, serait expliqué par plusieurs facteurs dont les plus limitant sont les contraintes phytosanitaires, les coûts de transport et les faibles prix aux producteurs. Dans le contexte pédoclimatique et socioéconomique de Lubumbashi, ces facteurs limitent considérablement la rentabilité de la culture de gombo. En plus, les producteurs ruraux seraient plus contraints par le coût d'évaluation des produits vers le centre urbain. Les résultats de la présente étude montre en outre que les écarts des prix à la production et à la consommation restent un facteur contraignant dans la maximisation de profit de la culture de gombo à Lubumbashi et ce, pour les producteurs urbains, périurbains et ruraux. Enfin, d'autres études pourraient être réalisées dans le but de mettre en évidence l'impact des variations des températures, précipitations ainsi que les différents types d'amendement organiques sur le niveau de rentabilité de la culture de gombo dans le contexte de Lubumbashi.

REFERENCES

- [1] J Siemonsma and S Hamon (2004). *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. In: Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2. *Fondation PROTA. Wageningen. Pays-Bas*, pp 25-30.
- [2] FAO HUP (2010). Développer des villes plus vertes en Républiques démocratiques du Congo, projet horticole urbain et périurbain, 36p.
- [3] L. Kasongo (2009). Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraichage) de Kinshasa. Province de Kinshasa, ACF International, RDC, 87p.
- [4] S Mahamadou, G Zombre et D Balma (2005). «Expression de différents écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison.», Base, volume 10, numéro 1, pp 43-54 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=1324>.
- [5] R Nana, G Zombre, Z Tamini et Ma Sawadogo (2009). Effet du régime hydrique sur les rendements du gombo en culture de contre-saison. *Sciences & Nature* Vol. 6 N°2, pp 107 – 116.

- [6] L Kasongo, M Mulembo, T Masumbuko, M Muamba, U Sikuzani, M Kwey, N Kimuni (2013). Réponse de la culture de soja (*Glycine max L. (Merril)* à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo.
- [7] L Nyembo, Y Useni, M Mpundu, D Bugeme, E Kasongo, L Baboy (2012). Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques sur de *Zea mays* in *Journal of Applied Biosciences*, n° 59, pp 4286 – 4296.
- [8] B Besma and D Mounir (2010). Effets du stress thermique sur la germination, la dégradation des réserves protéiques et minérales des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus L.*). *Continental J. Biological Sciences* 3, pp 51 - 62, 2010 ISSN: 2141 - 4122 © Wilolud Journals. <http://www.wiloludjournal.com>
- [9] B Muzingu (2010). Les sites maraîchers coopérativisés de Kinshasa en RD Congo. Contraintes environnementales et stratégies des acteurs. *Thèse de doctorat*, Louvain-la-Neuve, Université Catholique de Louvain, 180 pages, 15 tableaux, 36 figures. 12 photos, 10 annexes, 1 carte.
- [10] N Turner, G Wright and K Siddique (2001)., Adaptation of grain legume to water-limited environments. *Adv. Agron* ; 71, pp 193-231.
- [11] G Yuan, Y Luo, X Sun and D Tang (2004). Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the north china plain. *Agricultural Water Management* 64(1), pp 29-40.
- [12] D. Luquet, A Vidal, J Dauzat, A Begue, A Oliso and P Clouvel (2004). Using directional TIR measurements and 3D simulations to assess the limitations and opportunities of water stress indices. *Remote Sens. Environ.*, 9, pp 53–62.
- [13] A Mawuli, A Atayi, O Komi and M Abalo-Esso (2014). Etude de l'influence du stress hydrique sur deux lignées de Niébé. *European Scientific Journal* October 2014 edition vol.10, No.30 ISSN: 1857 – 7881 (Print), ISSN 1857- 7431.
- [14] O Ouédraogo (2009). Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-est du Burkina Faso). *Thèse de Doctorat*, Université d'Ouagadougou, 188 p.
- [15] P MPANZU (2012). Commercialisation des produits vivriers paysans dans le Bas-Congo (R.D. Congo) : contraintes et stratégies des acteurs. *Thèse de doctorat*, Université de Liège R Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 213 p., 35 tableaux. 33 figures. 5 cartes.
- [16] J Ulimwengu, J Funes, D Headey and L You (2010). Paver le chemin du développement? L'impact des infrastructures de transports sur la production agricole et la réduction de la pauvreté en République démocratique du Congo. *International Food Policy Research Institute (IFPRI)*, 14 p. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rebuildingpolicynote1.pdf>
- [17] P Mpanzu, P Lebailly and C Kinkela (2011). Les conditions de production et de mise sur le marché des produits vivriers paysans dans la province du Bas-Congo (R. D. Congo), *Les Cahiers de l'Association Tiers-Monde n° 26-20 II*, 8p.
- [18] A M Ado Salifou (2015). Une économie stimulée par la frontière: l'exemple de Guidimouni dans le sud-est du Niger. *International journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN: 2028-9324 Vol. 10 No. 2, Février, pp 656-665.
- [19] D Hassoumi (2014). Etude de commercialisation de la filière légumes dans la ville de Niamey. *International journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN: 2028-9324 Vol. 8 No. 4, Octobre, pp 1438-1446.

Effet d'un programme d'activité physique de 4 mois sur la composition corporelle, la capacité aérobie et le score de la perception de l'effort chez des garçons obèses vs des filles obèses Tunisiens, âgés de 10 à 12 ans

[Effect of physical activity programme for 4 months on body composition, aerobic capacity and on the rating of perceived exertion in obese boys vs. obese girls Tunisians aged 10 to 12 years]

Sofien Regaieg¹, Nadia Charfi¹, Sourour Yaich², Sameh Ghroubi³, Haithem Rebai⁴, Habib Elleuch³, and Mohamed Abid¹

¹Department of Endocrinology, Hedi Chaker Hospital, Sfax, Tunisia

²Service of Community Medicine and Epidemiology, Hedi Chaker Hospital, Sfax, Tunisia

³Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Habib Bourguiba Hospital, Sfax, Tunisia

⁴Higher Institutes of Sport and Physical Education, Sfax, Tunisia

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

ABSTRACT: *Introduction:* The aim of this study was to evaluate the effects of a physical activity program for 4 months on aerobic capacity and on rating of perceived exertion exercise test in obese children according to their gender.

Method: fourteen children (8 boys vs. 6girls) who participated in an exercise program for 4 months at 4 sessions per week with an intensity of 70 to 85% of maximum heart rate observed in the initial exercise test.

Results: For the boys group the Waist circumference loss was 2cm ($P < 0.001$), the percentage of Fat Body Mass (% FM) was decreased 2,6% ($P < 0.001$) and total Fat Free Mass (FFM) has increased 3,3kg ($P < 0.001$). For the girls group (GF), (WC) loss was 1cm ($P < 0.05$), the (% FM) was decreased 1.7% ($P < 0.01$) and total (FFM) has increased 2,7kg ($P < 0.001$). When we compared the variation of aerobic parameters between (GF) and (GG) , there were differences in maximal Metabolic Equivalent of Task (10,8% vs 4%, $P = 0.2$), in maximal workload (15% vs 3,3% $P < 0.001$) and in maximum Heart Rate (0,9% vs 3,5%; $p=0.04$). The scores of rating of perceived exertion at baseline and at the end were respectively for GG and GF (7,22±1 vs5,89±1,1, $p<0,01$) and (7,4±1 vs 6,3±0,8).

Conclusion: These findings suggested that individualization of training must be taken into account during intervention program of children obesity.

KEYWORDS: Aerobic capacity, Body Composition, Perceived exertion, Children obesity, Physical activity.

RESUME: *Introduction:* L'objectif de notre étude est d'évaluer les effets d'un programme d'activité physique de 4 mois sur la composition corporelle, la capacité aérobie et la perception de la contrainte à une épreuve d'effort sur ergocycle chez garçons obèses vs des filles obèses.

Méthode: La population d'étude est composée de 14 enfants obèses (8 garçons vs 6 filles) qui ont participé à un programme d'activité physique pendant 4 mois à raison de 4 séance par semaine avec une intensité de réentraînement de 70 à 85% de la fréquence cardiaque maximale observé dans une épreuve d'effort initiale.

Résultats: Pour le (GG) la mesure du tour de taille (TT) a diminué de 2cm ($P < 0.001$), le pourcentage de la masse grasse (% MG) a été réduit de 2,6% ($P < 0.001$) et le total de la masse maigre (MM) a été élevé de 3,3kg ($P < 0.001$). Pour le groupe

des filles (GF), la mesure du (TT) a diminué de 1cm ($P < 0.05$), le (% MG) a été réduit de 1.7% ($P < 0.01$) et le totale de la (MM) a été élevé de 2,7kg ($P < 0.001$). En comparant les variations des paramètres aérobie entre le (GF) et (GG), nous trouvons les résultats suivants; l'Equivalent Métabolique maximale MET max (10,8% vs 4%, $P = 0.2$), la Puissance maximal (15% vs 3,3% $P < 0.001$), la fréquence cardiaque maximal (0,9% vs 3,5%; $p=0.04$). Le score de la perception de l'effort avant et à la fin du programme était respectivement pour le GG et GF ($7,22 \pm 1$ vs $5,89 \pm 1,1$, $p < 0,01$) et ($7,4 \pm 1$ vs $6,3 \pm 0,8$).

Conclusion: Nos résultats suggèrent que l'individualisation de l'entraînement doit être prise en compte dans les programmes d'activité physique pour les enfants obèses.

MOTS-CLEFS: Capacité aérobie, Composition corporelle, Perception de l'effort, Obésité de l'enfant, Activité physique.

1 INTRODUCTION

Une forte prévalence de l'obésité chez l'enfant affecte depuis plusieurs décennies les pays développés et depuis quelques années les pays en voie de développement tel que la Tunisie [1]. La pratique régulière d'activité physique a un rôle majeur dans le contrôle de la masse et la composition corporelle chez l'enfant [2]. Cependant, la majorité des enfants présentant une surcharge pondérale sont hypoactives et leurs adhésions aux activités physiques est spontanément faible [2,3]. L'augmentation du niveau d'activité physique de l'enfant présentant une surcharge pondérale est devenue une préoccupation majeure en matière de santé publique au regard des facteurs de risques d'obésité [4]. Par ailleurs, il a été noté que les études d'interventions par activités physiques pour les enfants obèses sont peu [5] et que la plupart de ces programmes ne sont pas facilement reproductibles en raison du manque de détails ou de certaines exigences d'équipements [5,6]. Il paraît donc incontournable de multiplier les études et la production des données supplémentaires concernant l'efficacité des programmes d'activités physiques pour les enfants obèses et de manipuler les déterminants qui influencent sa pratique physique [5,7,8].

Dans le domaine de l'exercice physique et du sport pour adulte, des travaux sur la perception de l'effort dans une perspective différentielle, a montré l'effet de plusieurs facteurs [9]. Cependant, les données dans ce domaine sont réduites en pédiatrie [9,10]. La perception de l'effort peut être utilisée comme un indicateur supplémentaire aux mesures physiologiques pour contrôler ou évaluer l'efficacité des programmes d'activité physique pour les jeunes obèses [8]. Selon Eston [11], la perception de la contrainte à l'effort (PCE) peuvent être affectée par plusieurs paramètres tel que ; l'âge, la capacité cognitive, la durée et l'intensité de l'exercice. Le manque d'expérience physique et de conscience des différents niveaux d'intensité se présente comme obstacle pour certains enfants pour comprendre le concept de perception de l'effort. De ce fait, Lazaar [12] a étudié la (PCE) chez des enfants obèses par rapport au non obèses tout en utilisant l'échelle : Children's Effort Rating (CERT) validé en langue française [10,12]. A notre connaissance, aucune étude n'a utilisé cette version de l'échelle de (CERT) pour étudier l'influence d'un programme d'activité physique sur la perception de la contrainte à l'effort en fonction du sexe chez des enfants obèses âgés moins de 12 ans. Ainsi, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'apport d'un programme de réentraînement à l'effort adapté de 4 mois sur la composition corporelle, la capacité aérobie et la perception de l'effort chez un groupe de garçons obèses âgés de 10 à 12 ans comparé à un groupe de filles obèses de même âge.

2 MÉTHODES

2.1 POPULATION D'ÉTUDE

La population de l'étude était recrutée par l'unité de recherche obésité- syndrome métabolique, service d'endocrinologie du CHU Hédi Chaker, Sfax à partir d'une population d'élèves obèses de 2 écoles primaires situé dans la ville de Sfax. Au total, quatorze enfants obèses ont participé à l'étude. Les objectifs et le déroulement de l'étude ont été expliqués aux parents et aux enfants. Tous les parents ont signé un accord de participation de leurs enfants dans l'étude. Ce travail a été réalisé selon les recommandations de la Déclaration d'Helsinki et a reçu l'approbation de la direction nationale de l'éducation et du comité d'éthique de l'Hopital Hedi Chaker Sfax (Tunisie).

Les critères d'inclusion étaient : âgés de 10 à 12 ans et avoir un indice de masse corporelle (IMC) supérieur au quatre-vingt-dix-septième percentile de la population d'enfants de même âge et de même sexe [13].

Les critères d'exclusion étaient: l'existence de maladies autres que l'obésité, l'utilisation de médicaments susceptibles de modifier le métabolisme de base (MB) et faire plus de deux heures d'éducation physique et sportive à l'école ou d'être inscrit dans un club d'activité physique .

Tous les enfants ont été évalués dans les mêmes conditions et par le même observateur ceci au sein de deux consultations spécialisées dans le service de Médecine Physique, Rééducation et Réadaptation Fonctionnelle, et le service d'Endocrinologie de Sfax.

Le stade pubertaire a été évalué en utilisant les références proposées par Tanner [14]. Les enfants ont été répartis en deux groupes. Un groupe de 6 filles (GF) et un groupe de 8 garçons (GG).

2.2 LES PARAMÈTRES D'ÉVALUATIONS

2.2.1 EVALUATION DES PARAMÈTRES ANTHROPOMÉTRIQUES

Le poids corporel a été évalué à 0,1 kg près, en utilisant une balance manuelle (Seca 709, France). La taille a été mesurée à 0,5 cm près, à l'aide d'une toise fixée au mur. Pour l'évaluation de la masse grasse et de la masse maigre nous avons utilisé un impédancemètre de type TANITA[®] modèle TBF 300.

2.2.2 EVALUATION DE LA CAPACITÉ AÉROBIE

L'évaluation de la capacité aérobie a été appréciée grâce aux données d'une épreuve d'effort (EE). Tous les enfants inscrits à notre programme ont effectué une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique de type ERGOLINE 500[®], sous la supervision d'un médecin cardiologue. Avant le test d'effort proprement dit, les enfants disposaient de quelques minutes pour se familiariser avec l'ergomètre. L'échauffement était réalisé à faible charge pendant 5mn. Le premier palier était fixé à 10Watt puis la progression s'est faite d'une façon triangulaire. La puissance était augmentée toutes les 60 secondes de 10 ou 15 watts selon l'âge et la taille de l'enfant [7, 15]. Les critères retenus pour affirmer l'atteinte d'une épreuve maximale sont: L'atteinte d'une fréquence cardiaque maximale au dessus de 195 battements par minute [16], l'épuisement de l'enfant ou l'impossibilité de maintenir la vitesse de pédalage requise malgré les encouragements et la survenue d'une anomalie cardiorespiratoire clinique ou électrocardiographique. Les paramètres recueillis de l'épreuve d'effort sont:

- L'Equivalent Métabolique maximale (MET max). Le MET représente l'intensité en valeur absolue, approximativement en multiple de la Dépense Énergétique (DE) de repos, c'est-à-dire la DE réelle pour une durée donnée (1 MET = 3,5 mlO₂.kg⁻¹.min⁻¹). Cette estimation en MET donne une approximation acceptable de la Vo₂ [17].
- La Puissance maximale (P max)
- La Fréquence Cardiaque maximale (FC max).

2.2.3 PERCEPTION DE CONTRAINTE À L'EFFORT

Immédiatement à la fin de chaque mesure de l'épreuve de l'effort il a été demandé aux enfants d'évaluer le niveau des contraintes liées au test à l'aide de l'échelle de perception <<Children's Effort Rating Table |>> CERT [10] en utilisant la version Française, Fig. 1 [10]. Cette dernière est graduée de 1 à 10 ou <<1 >> indique que l'exercice perçu comme très facile et <<10>> indique que l'exercice est tellement difficile que j'avais arrêté.

2.3 PROGRAMME DE PRISE EN CHARGE

2.3.1 ENQUÊTE ALIMENTAIRE

Tous les enfants participants ont été invités à manger normalement sans aucune restriction alimentaire ni changement d'habitudes diététiques. Pour contrôler les apports caloriques journaliers, une enquête alimentaire a été réalisée par l'équipe de diététiciennes du service d'endocrinologie CHU Hedi Chaker, Sfax. Elle est faite à travers l'utilisation d'un carnet alimentaire (semainier : rapport de sept jours) et l'utilisation d'un logiciel informatique « BILNUT » version 1991.

2.3.2 PROGRAMME D'ACTIVITÉ PHYSIQUE

Les enfants du groupe d'intervention (GI) sont invités à participer à 4 séances d'activité physique par semaine qui s'ajoute à la séance d'éducation physique et sportive de l'école ceci pendant une période de 4 mois. Afin d'occasionner le moins de

contraintes possibles aux enfants et aux parents, les séances d'activité physique proposées avaient lieu dans deux établissements différents. Ces séances sont programmées à raison de 2 séances l'après midi à la fin des cours et les deux autres le week-end. La durée moyenne de chaque séance était de 60mn. Les séances sont dirigées par un spécialiste certifié en éducation physique et sportif.

L'intensité de travail a été calculée à partir de la fréquence cardiaque maximale recueillie lors de l'épreuve d'effort initiale. En effet, elle a été fixée entre 70 et 85% de la fréquence cardiaque maximale (FC Max).

La fréquence cardiaque d'entraînement a été contrôlée de manière contenue pendant les séances par un moniteur de fréquence cardiaque (Polar Electro KY, Kempele, Finlande).

Dans chaque séance la fréquence cardiaque d'entraînement a été vérifiée et enregistrée tout les 10-15 minutes. Les enfants ont appris à ajuster la vitesse de leurs déplacements si leur rythme cardiaque n'était pas dans la zone de formation.

Chaque séance débute par une période d'échauffement de 5-7 minutes composée d'une course légère et des exercices d'étirement. La partie principale de chaque séance se compose de:

- Circuit training : 1-2 séries; 3-4 exercices; duré de 5-10 minutes, selon le type de circuit; le rapport ; travail/ repos entre les exercices : 1, 1/2 ou 1 / 3 en fonction de la durée et / ou l'intensité de l'exercice ; le temps de repos entre les séries a été de 1 à 2 minutes (debout ou en marchant lentement).
- Jeux de course (course de vitesse, jeu de relais, jeu de chasse....) pendant 5-10mn : 1-2 jeux; 1-3 séries ; distance à courir de 10 à 15 mètres, le temps de repos entre les séries 1-3 minutes, la récupération reste passive (debout ou en marchant lentement) .
- Jeux sportifs comme le football, le handball et le basket-ball: pendant 20 à 30 minutes.

C'est sous forme d'une compétition entre deux équipes avec deux mi-temps de 10 à 15 minutes et un temps de repos de 2-3 minutes

Les règlements des jeux sportifs sont appliqués d'une façon modifiée et adaptée. Ceci en fonction du niveau de compétence des enfants afin d'augmenter leurs taux de réussite dans le jeu et d'assurer un temps d'engagement moteur important. Des périodes de repos brèves et passives (<30 secondes) ont été intégrés au cours du jeu pour permettre à l'instructeur de donner des instructions spécifiques ou des conseils techniques et tactiques pour améliorer le niveau de jeu des enfants.

2.4 ETUDE STATISTIQUE

La saisie des données était réalisée en utilisant le logiciel SPSS dans sa 18ème version. Pour examiner les différences significatives entre les deux groupes pour les différents paramètres mesurées nous avons utilisés un test t de Student pour échantillons indépendants. L'évolution au sein de chaque groupe a été étudiée par des tests t appariés. Le seuil de significativité statistique était fixé à 5%.

3 RÉSULTATS

La comparaison de mesure de l'âge et du stade pubertaire des deux groupes ; des garçons (GG) et des filles (GF) avant le programme n'a pas montré de différence significative.

Le groupe (GG) était constitué de 8 garçons âgés en moyenne de $11 \pm 0,7$ ans, 4 sont en stade I de Tanner et 4 en Stade II.

Le groupe (GF) était composé de 6 filles âgés en moyenne de $10,9 \pm 0,7$ ans, 3 filles étaient au Stade I de Tanner et 3 en Stade II.

A la fin de notre programme de réentraînement, des variations dans les mesures des paramètres de la composition corporelle des enfants a été notées (tableau 1).

La mesure de poids a marqué une légère augmentation non significative pour les deux groupes en effet, elle était de 0,9% pour de (GG) et de 1,1% pour le (GF).

L'IMC de (GG) a occasionné une diminution de 2,6% ($p= 0,08$) et celle du (GF) une réduction de 1,6% ($p= 0,1$). Concernant la mesure du tour de taille (TT), le groupe des garçons a marqué une réduction de 2,6% ($p<0,01$) alors que pour le groupe des filles c'est une diminution de 2,3% ($p<0,05$). Egalement, la masse grasse (MG%) du groupe de garçon a diminué de 2,6% ($p<0,001$) alors que celle des filles c'est une baisse de 1,7% ($p<0,01$).

De même, notre programme d'entraînement a induit une augmentation de 3,3kg de masse maigre (MM) ($p<0,01$) pour le (GG) et de 2,7kg ($p<0,05$) pour le (GF).

Après notre programme une amélioration significative de la capacité aérobie a été marquée pour les filles et les garçons (Tableau 2). En effet, l'Equivalence Métabolique maximale (MET max) a augmenté chez les deux groupes avec : 3,9% ($p<0,05$) pour les garçons (GG) et 10,7% ($p<0,01$) pour les filles (GF). Avant et après le programme, la Puissance Maximal absolue (Watts) a été plus importante chez les garçons que chez les filles. Cependant, on a marqué une augmentation de 3% ($p<0,05$) chez le (GG) et de 14,3% ($p<0,01$) chez le (GF).

La mesure de la Puissance Maximale relativisée à la masse maigre (Watts/kg MM) n'a pas occasionné de variation significative pour les deux groupes avant et après le programme.

Egalement, avant le programme la fréquence cardiaque maximale observée dans l'épreuve d'effort était similaire pour les filles et les garçons. Après le programme elle a été diminuée significativement chez le (GG) par rapport au (GF) ($p<0,05$). Pour le (GG) la FC max a diminuée de $(-3,1 \pm 3,2$ bpm ; $p<0,05$), de même chez le (GF) elle tend à diminuer mais non significativement $(-0,8 \pm 3,2$ bpm ; $p=0,07$).

Avant le programme et suite à l'épreuve d'effort initiale aucune différence significative dans le score de la (PCE) n'a été observée entre les deux groupes (Tableau .2).

Après notre intervention, une diminution de (PCE) était remarquée dans les deux groupes mais un peu plus importante chez le groupe des garçons. Pour le groupe des filles c'est une diminution de 15% ($p<0,05$) et pour les garçons 18% ($p<0,01$)

4 DISCUSSION

Une différence dans le développement de la composition corporelle entre les sexes s'observe généralement à l'enfance et surtout dès le début de l'adolescence [18]. Dans notre population, d'enfants obèses âgés de 10 à 12 ans, n'avons pas remarqué de variation significative dans la composition corporelle entre les filles et les garçons. Cependant, dans l'étude de Deo [19] cette variation est significative et marquée par une masse maigre plus élevée chez les garçons et une masse grasse plus importante chez les filles [3,24]. Selon Wabitsch [18], c'est avec les changements hormonaux qui se produisent au moment de la puberté que surviennent les évolutions opposées de la composition corporelle chez la fille et le garçon. Dans d'autres études [24,3] nous avons trouvé également, que la puissance maximale des garçons est plus importante que chez les filles. Ce résultat peut s'expliquer, d'une part par la masse maigre qui est un peu plus élevée chez les garçons que chez les filles. En effet, c'est de cette masse que dépend la force, la capacité aérobie et la puissance maximale développée [19,20]. D'autre part, il pourrait y avoir une influence de la pratique physique quotidienne sur la réaction des deux sexes à l'effort. Des publications récentes ont montré, que le niveau d'engagement dans les activités physiques et notamment les activités intenses est plus élevé chez les garçons que chez filles [3,18] ce qui leur permet de sentir moins de fatigue [5]. En concordance avec certaines études antérieures qui sont basées sur des activités physiques isolées, nous n'avons pas remarqué de variation significative dans la mesure de la masse corporelle et de l'IMC chez les filles et les garçons. D'après plusieurs revues littéraires, l'effet principal de l'activité physique seule porte sur le maintien de poids plutôt que sur la perte de poids [5]. Dans ce sens, une récente méta-analyse a montré que les programmes d'activités physiques qui sont faites pour les enfants obèses dans le cadre scolaire n'ont pas montré d'amélioration significative dans la mesure de l'IMC [21]. Cependant, c'est avec les interventions à bases de changements dans le régime alimentaire que les réductions dans la masse corporelle et de l'IMC ont été souvent constatées [5,22]. La mesure du tour de taille chez les filles et les garçons montre une nette diminution de la circonférence abdominale ce qui est un bénéfice important. Ainsi, une activité physique régulière peut engendrer des modifications de la composition corporelle sans nécessairement induire une perte de poids significative. En effet, une diminution de la mesure du tour de taille pourrait contribuer à la réduction des facteurs de risque pour les maladies cardiovasculaires et métaboliques [5]. Des résultats similaires ont été obtenus avec un programme de 8 semaines d'exercices combinées (3 x 60 min / semaine; exercice d'aérobie et de résistance) [23] et avec un programme d'intervention multidisciplinaire pour adolescents obèses [24]. En revanche, Watts et al [25] n'ont trouvé aucun effet sur le (WC) avec un programme de 8 semaines d'exercices aérobie (3 x 60 min / semaine à 65 à 85 FC max) chez les enfants obèses âgés de (9–16 ans). Notons également, que notre programme de réentraînement est accompagné par une amélioration de la capacité aérobie chez les filles et les garçons marquée par l'augmentation de l'Equivalence Métabolique maximale (MET max) et de la Puissance maximale (P max) et par la réduction de la fréquence cardiaque maximale (FC max), ce qui pourrait être bénéfique pour les enfants. En effet, une étude récente pour adulte a montré que chaque amélioration de la capacité physique d'un (MET) est associée à une baisse de 13% du risque de mortalité de toute cause et de 15 % du risque de mortalité cardiovasculaire [17]. L'amélioration de la condition physique de nos enfants est en concordance avec le résultat trouvé par Kain [26] qui a utilisé un test de course (test de Luc Léger) pour évaluer la capacité aérobie. De même, avec l'étude Deo [27]

qui a montré une amélioration significative de la VO2 max chez un groupe d'adolescents obèses après un programme de 6-12 mois. Toutefois, dans l'étude Bougle [19], un programme de prise en charge basé sur des activités gymniques (une séance de deux heures par semaine pendant la période scolaire) n'a pas montré d'effet significatif sur la VO2 max. La fréquence cardiaque maximale obtenue chez nos enfants est proche de celle trouvée par Klijn et coll [7] suite à une épreuve d'effort sur ergo cycle. La baisse de la (FC max) notée chez les enfants entraînés était similaire à celle trouvée chez des enfants obèses âgés de 7 à 11 ans après 4 mois d'entraînement [25]. Ce résultat s'explique par l'évolution physiologique normale qui marque avec l'âge une réduction, ainsi que par les effets de l'activité physique sur la fonction du système nerveux autonome [5].

Outre les améliorations dans la composition corporelle et la capacité aérobie des enfants, notre programme d'entraînement a influencé positivement le résultat de la perception de la contrainte à l'effort (PCE) des deux groupes. Des résultats similaires ont été constatés par Roger Eston [28] avec un programme d'entraînement de 8 semaines (3 x 30 minute/semaine) et une intensité d'entraînement perceptive réglée à 13 selon l'échelle de Borg (il contient des scores de 6 à 20). De même, Lazzar [12] a obtenu de nettes améliorations du score de la (PCE) chez des enfants obèses après un programme d'activité physique de 11 semaines (2 x 60 /semaine). Aussi, d'autres études ont-elles montré une corrélation entre la mesure des paramètres aérobie et du score de la (PCE) chez l'enfant [11, 28, 29,30]. Dans ce sens, Barkley et Roemmich [29] ont montré une relation positive entre la fréquence cardiaque maximale et le score de (PCE) chez des enfants âgés de 9 à 10 ans. Aussi, Eston [30] a constaté une augmentation importante dans les données physiologiques et perceptives (la PCE a été défini selon l'échelle de Eston et Parfitt) chez un groupe d'enfants âgés de 7 à 8 ans suite à une épreuve d'effort progressive sur ergo cycle. De ce fait, le score (PCE) peut être utilisé pour prédire la consommation maximale d'oxygène [11] ou pour programmer l'intensité de l'entraînement [28]. La PCE est une variable multidimensionnelle, qui englobe l'ensemble des signaux sensoriels en provenance des muscles et du système cardio-pulmonaire vasculaire et pulmonaire [8,10]. L'amélioration de la composition corporelle et la capacité aérobie peuvent contribuer à diminuer la dépense énergétique pour une tâche motrice et à augmenter la vitesse développée pour une valeur de perception de l'effort donnée [8,9,10,28,31].

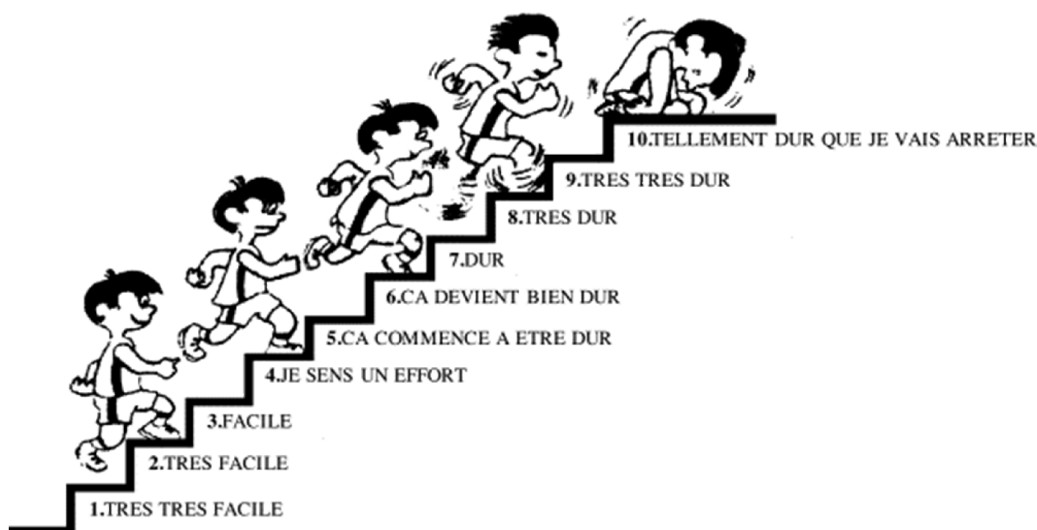


Figure 1. L'échelle de perception de l'effort de l'enfant (CERT) d'après Coquart et coll [19]

Tableau 1 : Caractéristiques des paramètres de la composition corporelle des enfants avant et après le programme d'activité physique

	Garçons (GG)		Filles (GF)	
	Avant	Après	Avant	Après
Poids (kg)	58,2 ± 9,8	58,7 ± 9,9	58,9 ± 8,1	59,9 ± 8,7
IMC (kg/m²)	25,2 ± 3,5	24,6 ± 3,5	25,7 ± 2,7	25,3 ± 2,9
TT (cm)	83,5 ± 6,5	81,5 ± 6,8**	78,2 ± 5,1	77,2 ± 4,5*
MG (%)	31,7 ± 6,8	26,8 ± 7***	35,3 ± 6,1	31,9 ± 6,1**
MM (kg)	39,3 ± 5	42,6 ± 5,2**	37,8 ± 3,9	40,5 ± 4,9*

Valeur moyenne ± déviation standard du poids, Indice de masse corporelle (IMC), Z-score de l'IMC, tour de taille (TT), Massa grasse (MG) et Masse maigre (MM)

* : Différence significative par rapport à l'avant: $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$

: Différence Significative entre les garçons et les filles: $p < 0,05$; ## : $p < 0,01$; ### : $p < 0,001$

Tableau 2: Caractéristiques des aptitudes aérobies et de la perception de la contrainte à l'effort des enfants avant et après le programme d'activité physique

	Garçons (GG)		Filles (GF)	
	Avant	Après	Avant	Après
METS Max	7,7 ± 1,2	8 ± 1,5*	6,2 ± 1,4	6,9 ± 1,3**
P Max (Watts)	110,1 ± 17,1	113,4 ± 19,6*	88,7 ± 16,9	101,3 ± 16,1*#
P Max / M M (Watts/kg MM)	2,8 ± 0,3	2,7 ± 0,3	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,4
F C Max (b.p.m)	179 ± 6	173,3 ± 2,8*	180 ± 13,3	178,8 ± 15,2#
PCE CERT (score)	7,22±1	5,89±1,1**	7,4±1	6,3±0,8*

Valeur moyenne ± déviation standard de Metabolic Equivalent Task max (METmax), Puissance max (P max), Puissance max /Masse maigre (P max/MM) , Fréquence Cardiaque maximale (FC max), et Perception des Contraintes de l'Exercice (PCE), Children's Effort Rating Table (CERT)

* : Différence significative par rapport à l'avant à $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$

: Différence Significative entre les garçons et les filles à $p < 0,05$; ## : $p < 0,01$; ### : $p < 0,001$

5 CONCLUSION

En guise de conclusion, on peut dire que l'amélioration des compétences physiques, des habiletés motrices et de la perception des contraintes à l'effort chez ces enfants obèses peut probablement favoriser leurs adoptions à de meilleures habitudes de vie et par conséquent, une activité physique spontanée plus importante au détriment des activités sédentaires [32]

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

RÉFÉRENCES

- [1] Ben Slama F, Achour A, Belhadj O, Hsairi M, Oueslati M, Achour N. Obésité et mode de vie dans une population d'écoliers de la région de l'Ariana Tunisie Médical , vol.80, no.9, pp.542-547,2002.
- [2] Regaieg S , Charfi N, Kamoun M, Ghroubi S, Rebai H, Elleuch H, Feki MM, Abid M. The effects of an exercise training program on body composition and aerobic capacity parameters in Tunisian obese children. Indian J Endo-crinol Metab, vol.17, no.6, pp.1040-1045, 2013 .
- [3] Regaieg S, Charfi N, Trabelsi L, Kamoun M, Feki H, Yaich S, Abid M. Prevalence and risk factors of overweight and obesity in a population of school children in urban areas Sfax, Tunisia. Pan Afr Med J, vol.25, no.17 pp.57, 2014. .

- [4] Kathleen J. Ganley, PT, PhD, C/NDT; Mark V. Paterno, PT, PhD, MBA, SCS, ATC; Cindy Miles, PT, MEd, PCS, C/NDT; Jean Stout, PT, MS; Lorrie Brawner, PT, MHS; Gay Girolami, PT, MS, C/NDT; Meghan Warren, PT, MPH, PhD. Health-Related Fitness in Children and adolescents. *Pediatr Phys Ther*, vol. 23, no.3, pp.208-220, 2011 .
- [5] Watts k, Jones TW, Davis EA and Daniel G. Exercise Training in obese children and adolescents: current concepts. *Sport Med*, vol.35, no.5, pp.375-392, 2005. .
- [6] Klijn PHC, van der Bann-Slootweg OH, van Stel HF. Aerobic exercise in adolescents with obesity: preliminary evaluation of a modular training program and the modified shuttle test. *BMC Pediatr*, vol.7, pp.19, 2007.
- [7] Edouard P, Gautheron V, D'Anjou M-C, Pupier L, Devillard X. Réentraînement à l'effort chez l'enfant : revue de la littérature. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, vol.50, no.6, pp.499-459, 2007 .
- [8] Mercier C S, Maïano C, Nicol C, Sepulcre J, Brisswalter J. Relationship between anxiety, global self-esteem and perceived exertion values during exercise in obese and non-obese adolescent girls. *Science and Sports*, vol.25, no.6, pp.323-326, 2010.
- [9] Faulkner J, Eston RG. Perceived exertion research in the 21st century: developments, reflections and questions for the future. *J Exerc Sci Fit*, vol.6, pp.1-14, 2008.
- [10] Coquart J.B.J, Lensele G, Garcin M. Exertion perception in children and teenagers: Measure and interests. *Science and Sports*, vol.24, no. (3-4), pp. 137-145, 2009.
- [11] Roger Eston. What Do We Really Know About Children's Ability to Perceive Exertion? Time to Consider the Bigger Picture. *Pediatric Exercise Science*, vol. 21, pp.377-383, 2009.
- [12] Lazaar N, Aucouturier J, Ratel S, Rance M, Bedu M, Duché P. Effect of physical activity program on the rating of perceived exertion in obese vs non-obese children. *Science and Sports*, vol.21, no.2, pp.104-106, 2006.
- [13] Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempe M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A. Body Mass Index variation: centiles from birth to 87 yearth. *Euro J Clin Nutr*, vol.45, no.1, pp13-21, 1991.
- [14] Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity and weight velocity and stages of puberty. *Arch Dis Child*, vol.51, no.3, pp.170-179, 1976.
- [15] Paul T. Pianosi, MD, and Heather S. Davis, BSc, BRec. Determinants of physical fitness in children with asthma. *Pediatrics*, vol.113, no. 3Pt, pp. e225-9, 2004.
- [16] Owens S, Gutin B: Exercise testing of the child with obesity. *Pediatr Cardiol*, vol.20, no.1, pp.79-83, 1999.
- [17] Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, Sugawara A, Totsuka K, Shimano H, Ohashi Y, Yamada N, Sone H. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A Meta-analysis. *JAMA*, vol.301, no.19, pp.2024-2035, 2009.
- [18] Bitar A, Vernet J, Coudert J, Vermorel M. Longitudinal changes in body composition, physical capacities and energy expenditure in boys and girls during the onset of puberty. *Eur J Clin Nutr*, vol.39, no.4, pp.157-163, 2000.
- [19] Bougle D, Zunquin G, Sesboüé B, Sabatier J-P, Daireaux A. Treatment of pediatric obesity: effects on body composition and physical fitness. *Archives de pédiatrie*, vol.14, no.5, pp.439-443, 2007.
- [20] Owens S, Guitn B, Alison J, Riggs S, Ferguson M, Litaker M, Thompson W. Effect of physical training on total visceral fat in obese children. *Med Sci Sports Exerc*, vol.31, no.1, pp.143-148, 1999.
- [21] Kevin C. Harris MD, Lisa K. Kuramoto MSc, Michael Schulzer MD PhD, Jennifer E, Retallack MD. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *CMAJ* 2009 ; vol.180, no.7, pp.719-726, 2009.
- [22] Lazzer S, Meyer M, Derumeaux H, Boirie Y, Vermorel M. Longitudinal changes in body composition and basal metabolic rate in institutionalized or domiciled obese adolescents. *Arch Pediatr*, vol.12, no.9, pp. 1349-57, 2005.
- [23] Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong G K, Tan B, Wang JC, Tan J, Kim CG, Boh G, Lim D. Effects of a 12-week Exercise Training Programme on Aerobic Fitness, Body Composition, Blood Lipids and C-Reactive Protein in Adolescents with Obesity. *Ann Acad Med Singapore*, vol.37, no.4, pp.286-93, 2008
- [24] Dao HH, Frelut ML, Oberlin F, Peres G, Bourgeois P, Navarro J. Effects of multidisciplinary weight loss intervention on body composition in obese adolescent. *Int J Obes*, vol.28, no.2, pp.290-299, 2004.
- [25] Watts K, Beye P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G, Green DJ. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol*, vol.43, no.10, pp.1823-1827, 2004.
- [26] Kain J, Uauy R, Albala, et al. School-based obesity prevention in Chilean primary school children: methodology and evaluation of a controlled study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, vol.28, no.4, pp.483-93, 2004.
- [27] Deo HH, Frelut ML, Pres G, Bourgeois P, Navarro J. Effects of multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord*, vol.28, no.7, pp.870-878, 2004.
- [28] Roger Eston. Use of Ratings of Perceived Exertion in Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, vol.7, no.2, pp 175-182, 2012.

- [29] Barkley J.E and Roemmich N.J. Validity of the CALER and OMNI-bike ratings of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc*, vol.40, no.4, pp.760-766, 2008.
- [30] Eston RG, Lambrick D, Rowlands AV. The perceptual response to exercise of progressively increasing intensity in children aged 7–8 years: validation of a pictorial curvilinear ratings of perceived exertion scale. *Psychophysiology*, vol.46 , pp.843-851, 2009.
- [31] Hamlyn-Williams CC, Freeman P, Parfitt G. Acute affective responses to prescribed and self-selected exercise sessions in adolescent girls an observational study. *BMC Sports Sc Med Rehabil*, vol.6, pp.35, 2014.
- [32] Epstein LH, Paluch RA, Gordy CC, Dorn J. Decreasing sedentary behaviors in treating pediatric obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med* , vol.154, no.3, pp.220-226,2000.

L'ÉGALITE DES PARTIES AU PROCES EN DROIT CONGOLAIS: CAS DU TRIBUNAL DE GRANDE INSTANCE DE BUKAVU

[EQUALITY OF PARTIES TO TRIAL LAW CONGOLESE: CASE OF THE HIGH COURT OF BUKAVU]

John CIZA BYERUNGU

Assistant de deuxième mandat, Institut Supérieur de Technique de Développement « ISTD-MULUNGU »,
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 study of "equality of the parties in Congolese law; If the high instance of Bukavu court "; has allowed us to discover how the Congolese judicial bodies in this case the High Court applies the principle of Bukavu for a fair judicial and mechanisms established by law for such a guarantee. However; it is clear that the principle is violated at several levels of the proceedings in the sense that the Congolese judicial practice has so far been in line with legal texts guaranteeing equal parts yet guaranteed by the Constitution of the DRC (Article 48 of the DR constitution. 18 feb 2006 Congo). Moreover; we found that the characteristics of a fair trial that define (or determine) the civilized nations (democratic) are not observed or better monitored by the courts or judges for a free justice Congolese suspicion and corruption and that we allows to assert vehemently that standards guaranteeing human rights are respected in DR Congo; a considerable effort must be made by the authorities because the development of the country also depends.

KEYWORDS: EQUAL; PARTIES; TRIAL; LAW; CONGOLESE; COURT; PROCEEDINGS BUKAVU.

RESUME: Une étude portant sur « l'égalité des parties au procès en droit congolais ; cas du tribunal de grande instance de Bukavu » ; nous a permis de découvrir la manière dont les organes juridictionnels Congolais en l'occurrence le tribunal de grande instance de Bukavu applique le principe pour une justice équitable et ainsi que les mécanismes mis en place par la loi pour une telle garantie. Cependant ; force est de constater que le principe est violé à plusieurs niveaux de la procédure en ce sens que la pratique judiciaire congolaise n'a jusqu'ici été conforme aux textes légaux garantissant l'égalité des parties pourtant garantie par la constitution de la RDC (Art.48 de la constitution de la RD. Congo du 18fév.2006).

De plus ; nous avons pu constater que les caractéristiques d'un procès équitable qui définissent (ou déterminent) les nations civilisées (démocratiques) ne sont pas observées ou mieux suivies par les juridictions ou juges congolais pour une justice exempte de suspicion et de corruption et qui ne nous permet pas d'affirmer avec véhémence que les normes garantissant les droits humains sont respectées en RD Congo ; un effort considérable doit être fourni par les autorités car le développement du Pays en dépend aussi.

MOTS-CLEFS: EGALITE ; PARTIES ; PROCES ; DROIT ; CONGOLAIS ; TRIBUNAL ; INSTANCE ; BUKAVU.

1 INTRODUCTION

Le principe selon lequel nul ne peut se rendre justice lui-même est largement répandu dans presque tous les systèmes juridiques. C'est ce qui explique dans des Etats modernes l'institution des juridictions afin de donner à chacune des parties la possibilité de faire valoir ses droits et de proposer ses moyens. La mission des organes juridictionnels est de plus exigeante en ce qu'elle comporte notamment l'arbitrage entre intérêts divergents ; et c'est ce qui est à la base du procès en tant qu'instance en justice (**Verbo procès ; Larousse de poche ; France ; 2005 ; inédit**)

Les parties au procès jouissent des moyens égaux en ce qui concerne la production des preuves et moyens procéduraux pour soutenir leurs propos et mettre en doute les allégations des autres.

Il se dégage cependant que le principe de l'égalité des armes entre parties au procès est un critère essentiel d'une audience équitable ; qui exclut qu'au cours d'un procès seule une partie soit présente et ait la faculté d'influencer la juridiction alors que ni le prévenu ou le défenseur ou son avocat n'ont le droit d'assistance et de contester certaines déclarations. L'égalité des parties doit être respectée pendant toute la durée de la procédure ; telle que d'ailleurs consacrée par la Déclaration Universelle des droits de l'Homme (**Art.7**) qui dispose que « Tous les hommes sont égaux devant la loi et ont droit sans distinction à une protection égale contre toute discrimination qui violerait la présente déclaration et contre toute provocation à une telle discrimination » ; la Convention Européenne des droits de l'homme (**Art.6**) ; le pacte international relatif aux droits civils et politiques (**Art.14 et 26 al.1^{er}**).

Elle est également consacrée par la constitution de la RD. Congo à son article 12 qui dispose que « Tous les congolais sont égaux devant la loi et ont droit à une égale protection des lois » et aux articles 20 et suivants. Ce la signifie que chaque partie doit bénéficier d'une possibilité raisonnable de présenter sa cause dans des conditions qui ne la désavantagent pas de façon incontestable par rapport à son adversaire (**Amnesty international ; Pour des procès équitables ; France ; EFAI ; 2001 ; P.83**)

Cette notion d'égalité des parties au procès doit être comprise cependant comme une composante autonome du procès équitable dans la mesure où elle peut recevoir diverses applications notamment : la loyauté de l'instance ; l'oralité des débats ; le droit à la défense ; la communication des pièces... ;

Il se relève aussi que le droit à un procès équitable occupe une place prééminente dans une société démocratique ; il est le socle sur lequel est bâti tout Etat de droit.

Le procès équitable qui englobe l'égalité des parties est un droit élémentaire de l'être humain. Lors qu'il est bafoué ; des innocents peuvent être emprisonnés ; condamnés voire exécutés. C'est la crédibilité même du système judiciaire qui se trouve remise en cause.

Ce principe de l'égalité des parties au procès l'une des garanties d'un procès équitable ; a attiré notre attention ; en ce que nous voudrions connaître s'il est effectivement respecté par les organes juridictionnels Congolais en l'occurrence le tribunal de grande instance de Bukavu et quels sont les mécanismes mis en place par la loi pour une telle garantie ?

En effet ; il s'observe quelques violations de ce principe phare qui garantit une justice équilibrée ou mieux indépendante par les juridictions congolaises lors du déroulement de certains procès.

Pourtant les parties au procès doivent jouir des droits égaux ; et cette égalité doit être suivie pour une bonne administration de la justice. La garantie d'égalité requiert le caractère contradictoire ; la publicité de la procédure judiciaire ; l'oralité des débats ; le droit à la défense ; la loyauté de l'instance.

Le principe contradictoire est essentiel pour que chacune des parties ait la liberté d'attaquer et discuter les documents produits ; les témoignages déposés ; d'assister à certaines procédures ; de preuves telles que l'expertise ou l'enquête.

En outre ; la publicité de la procédure judiciaire protège les justiciables contre une justice secrète échappant au contrôle du public ; elle constitue aussi un des moyens qui contribuent à préserver la confiance des cours et tribunaux.

Par ailleurs l'oralité des débats permet aux juges de connaître la personnalité du prévenu ou défendeur ; elle a aussi pour effet de garantir aux mieux les intérêts de la défense ; elle permet d'organiser la publicité.

Enfin ; l'obligation de la communication des pièces est requise surtout en matière civile. Ainsi ; la justice étant une unité de mesure pour tout le monde ; tous les citoyens ont une vocation égale d'être jugés par les mêmes juridictions et selon les règles identiques.

2 TECHNIQUE ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La ville de BUKAVU est le chef lieu de la Province du Sud-Kivu. Elle est composée de trois communes dont : Ibanda ; Kadutu et Bagira. Elle est limitée au Nord par le Lac Kivu ; au Sud par le territoire de KABARE ; à l'Est par la rivière Ruzizi et qui la sépare de la République Rwandaise et à l'Ouest par encore par le territoire de KABARE qui semble entourer cette ville.

Sa latitude est de 2° 30 secondes et de longitude de 26° 50 secondes et l'altitude est de 1612metres (**Climatologie du CRSN-LWIRO 2014**).

Entant que chef lieu de province ; la Ville de BUKAVU est composée d'une population cosmopolite ; ce qui implique une forte diversité culturelle.

Il convient de préciser que la ville de Bukavu connaît deux saisons principales dont la saison sèche de la mi-juin à la mi-septembre ; et celle de pluie de la mi-septembre à la mi-juin ; et ce qui entraîne deux saisons culturelles avec une pluviosité de 1476.mm/an.

2.2 METHODES

Pour mener à bon port cette étude ; nous avons recouru à la méthode herméneutique (juridique) qui consiste en interprétation de textes légaux mais aussi nous nous sommes appuyé de la technique documentaire qui nous a mis en contact avec les doctrines en présence et nous imprégner de l'effectivité de l'égalité des parties au procès dans les juridictions congolaises à l'instar du Tribunal de grande instance de Bukavu.

3 EGALITE DES PARTIES ; GARANTIE JUDICIAIRE D'UN PROCES EQUITABLE

L'égalité des parties au procès est un critère essentiel d'une audience équitable. C'est dans cette optique que nous allons traiter en premier lieu du principe contradictoire ; une composante autonome de l'égalité des parties ; en deuxième de la garantie du droit de la défense et enfin de la garantie de la publicité de la procédure.

3.1 PRINCIPE CONTRADICTOIRE UNE COMPOSANTE AUTONOME DE L'EGALITE DES PARTIES

Le droit à un procès contradictoire implique pour l'accusation comme pour la défense ; la faculté de prendre connaissance des observations ou éléments des preuves produits par l'autre partie et d'y répondre (**« Le procès équitable et la protection juridictionnelle du citoyen » ; Colloque organisé pour le 50^{ème} anniversaire de la CEDH Bordeaux 29-30septembre2000 ; Bruxelles ; éd. Bruylant ; 2000 ; P.14**)

La législation nationale peut remplir cette exigence de diverses manières ; mais la méthode adoptée par elle doit garantir que la partie adverse soit au courant du dépôt d'observations et jouisse d'une possibilité véritable de les commenter.

3.1.1 LE CARACTERE CONTRADICTOIRE ET L'EGALITE DES PARTIES AU PROCES

Le principe de l'égalité des parties représente un élément de la notion la plus large du procès équitable qui englobe aussi le droit fondamental au caractère contradictoire de l'instance. Le principe est d'application dans toute matière. Selon l'art.15 du Code de Pénal Congolais ; les parties sont entendues contradictoirement. Elles peuvent prendre des conclusions écrites.

Pour que ce caractère contradictoire des débats soit affirmé ; la partie adverse doit être avisée régulièrement des actes posés par le demandeur par le fait de la signification. Pour ca qui concerne les actes de procédure et ses modalités de signification ; le code a consacré plusieurs dispositions ; notamment les articles 1à 13 du C.P.C ; il en est de même en matière pénale (**art.56 à 66 du C.P.C**)

Le défaut qui peut être retenu contre la partie défenderesse suppose que l'acte ait été préalablement saisi et signifié par le tribunal. Rien ne peut s'accomplir donc sans que le défendeur ou le prévenu ne soit au courant ; dans les délais et formes requises ; et particulièrement en matière civile.

En vertu de l'art.19 du C.P.C ; lors que après avoir comparu ; le défendeur ne se présente plus ou s'abstient de conclure ; le demandeur peut poursuivre l'instance après sommation faite au défendeur. Après un délai de 15jours francs à partir de la

somation ; le demandeur peut requérir qu'il soit statué sur sa demande ; le jugement est réputé contradictoire. Ceci permet ; dans certaines conditions strictes cet aspect contradictoire s'applique évidemment aussi à l'écoute des témoins.

Lorsque le principe contradictoire n'est pas respecté il y a violation du droit de la défense auquel le défendeur et le demandeur se réfèrent en matière civile.

Le juge ne fondera sa décision que sur des moyens de droit qu'il a préalablement soumis à l'examen de chaque partie ; et doit en toute circonstance faire observer lui-même le principe contradictoire.

3.1.2 LE CARACTERE ORAL DE LA PROCEDURE

Ce principe est respecté en ce sens que les parties doivent comparaître en personne ou être assistées ou représentées ; et soutenir verbalement leur prétention en forme des conclusions et peuvent plaider la thèse qu'elles soutiennent.

L'oralité a pour effet de garantir les intérêts de la défense ; cependant ; en pratique bon nombre des justiciables sont frustrés lorsqu'ils doivent répondre devant le prétoire des faits qui leurs sont intimés. Leurs droits fondamentaux étant mis en jeu ; l'ignorance des règles de procédure ne leur permet pas d'organiser leur défense eu égard aux éléments de droit sur lesquels le juge basera sa conviction.

Tout procès se déroule oralement ; l'oralité n'interdit pas aux juges de fonder leur conviction sur les pièces du dossier constitué au cours de l'information ou l'instruction préparatoire. La règle est plus stricte devant les assises où les jurés ne peuvent pas avoir connaissance des déclarations faites par témoins au cours de l'instruction préparatoire (**Henri-D ; BOSSLY et Damien ; VANDERMEERSCH ; Droit de la procédure pénale ; inédit ; pp.729-730**)

Le principe de l'oralité des débats ne s'oppose pas à l'audition de l'enregistrement sur bande magnétique des déclarations d'un O.P.J ; ni à la lecture des déclarations consignées dans un procès verbal ou de la transcription à l'enregistrement (**MATADI NENGA GAMADA ; le droit à un procès équitable ; Kinshasa ; éd. DIN ; 2001 ; p.103**)

3.1.3 LA COMMUNICATION DES PIECES ; GARANTIE DU PRINCIPE DU CONTRADICTOIRE

L'obligation de communiquer les pièces existe tant en procédure pénale qu'en procédure civile ; bien que le fonctionnement prenne parfois une tournure différente.

Aux termes de l'article 15 du CPC ; les parties sont entendues contradictoirement ; elles peuvent prendre des conclusions écrites. Pour sauvegarder le droit de la défense et permettre à chaque partie de répliquer aux arguments de l'autre ; les conclusions sont écrites ; et communiquées entre parties ; soit directement soit par voie du greffe avec des pièces dont elles comptent faire usage au moins trois jours avant l'audience où la cause sera appelée (**Art 29 ; arrêté d'organisation judiciaire ; n° 299/79 du 20 aout 1976 portant règlement intérieur des cours ; tribunaux et parquets**)

Dans la pratique ; la partie à laquelle la communication ne serait pas faite peut soit soulever l'exception dilatoire de défaut de communication des documents litigieux ; soit postuler le rejet du débat des pièces non communiquées. La communication peut être spontanée ou forcée.

Elle est spontanée lorsqu'une partie pour soutenir ses prétentions s'appuie sur les pièces en sa possession qu'elle communique à son adversaire. Elle est forcée lorsqu'une pièce est retenue de façon déloyale par une partie ; le juge ou la partie adverse peut en exiger la production (**MATADI NENGA GAMADA. ; Op.cit. ; pp.72-73**)

Lorsqu'une partie entend ; au niveau d'appel faire état des pièces qu'elle avait communiquée au 1^{er} degré ; elle n'est pas tenue à une nouvelle communication ; il suffit qu'elle en informe l'autre partie. En matière répressive ; lorsque le Ministère public décide d'exercer l'action publique ; il communique les pièces au juge compétent pour connaître. Celui-ci fixe le jour où l'affaire sera appelée (**art.53CPP**)

Tous les éléments ; même s'ils n'ont pas été préalablement communiqués ; doivent être soumis aux débats ; à la discussion devant le juge.

3.2 DE LA GARANTIE DU DROIT DE LA DEFENSE

Le droit de la défense est garanti par l'article 19 de la Constitution de la RD. Congo ; qui stipule que « Nul ne peut ni être soustrait ni distrait contre son gré du juge que la loi lui assigne. Toute personne a droit à ce que sa cause soit entendue dans un délai raisonnable par le juge compétent. Le droit de se défendre est organisé et garanti. Toute personne a le droit de se défendre elle-même ou de se faire assister d'un défenseur de son choix et ce ; à tous les niveaux de la procédure pénale ; y

compris ; l'enquête policière et l'instruction pré-juridictionnelle. Elle peut se faire assister également devant les services de sécurité » et a le droit de communiquer confidentiellement avec son avocat.

3.2.1 LE DROIT DE SE DEFENDRE OU LA COMPARUTION PERSONNELLE

Comme ci-haut préciser par la loi ; toute personne accusée a le droit de se défendre elle-même ou de se faire assister par un défenseur ou de se faire voir attribuer un défenseur commis(désigné) d'office pour lui prêter assistance dans l'intérêt de la justice ; sans frais si elle n'a pas le moyen de le rémunérer.

Pour que le droit de la défense soit valable ; la personne accusée doit être autorisée à être présente au procès afin de constater et présenter sa défense. En vertu de l'art14-13(d) du Pacte International relatif aux droits civils et politiques (PIDCP) ; le droit d'être présent au procès(ou de se défendre personnellement) fait partie intégrante des droits de la défense.

La personne accusée ou le prévenu a également droit d'assistance d'un défenseur de son choix. L'accusé ou le prévenu doit bénéficier du temps et des moyens adéquats pour préparer sa défense. Il doit en être de même ; le cas échéant ; pour son défenseur.

3.2.2 LE DROIT DE SE FAIRE ASSISTER PAR UN DEFENSEUR

L'assistance d'un défenseur est un moyen primordial permettant d'assurer la protection des droits humains des personnes accusées des infractions pénales et notamment leur droit à un procès équitable (**Amnesty International. ; Op.cit. ; p.104**)

Le droit d'être représenté en justice s'applique à tous les niveaux de la procédure ; y compris pendant l'enquête préliminaire et avant le procès. Même si l'accusé choisit de ne pas comparaître ; le droit d'être représenté par un avocat est requis. Lorsque l'affaire en cause est passible de peine de mort ; le comité des droits de l'homme a constaté que l'intérêt de la justice exige que l'affaire soit abandonnée s'il n'y a pas d'avocat.

Il convient de préciser que le droit de se choisir un avocat entérine la crédibilité la crédibilité entre accusé et avocat. Cependant ; ce droit peut être violé dans l'hypothèse où on est devant un tribunal ; au cas où ce dernier ne laisse pas à l'accusé le droit de se choisir entre deux avocats commis d'office.

Le droit d'être assisté par un avocat de son choix peut être restreint si l'avocat n'agit pas dans les limites de l'éthique professionnelle ; s'il a fait l'objet de poursuites pénales ou s'il refuse de se conformer à la procédure judiciaire ; ou soit les avocats choisis par les accusés sont soupçonnés de refuser de porter la toge tel que prescrit par l'Ordonnance-Loi n° 79-028 du 28 septembre 1979 portant organisation du barreau ; du corps des mandataires de l'Etat et du corps des défenseurs judiciaires (**art. 71**)

L'aide judiciaire ; qui caractérisait déjà ; dès l'antiquité ; l'exercice de la profession d'avocat ; montrait que les premiers avocats intervenaient gratuitement ; c'est le cas des Egyptiens ; des Chaldéens ; des Babyloniens ; des Grecs ; des Romains ;...(**Georges ; BOYERCHAMMARD. ; Les avocats ; collection Que sais-je ? ; France ;PUF ;1970 ; pp.18-20**)

Le législateur Congolais n'est pas resté muet quant à ce ; car il a pourvu au recours gratuit à un avocat désigné d'office (**art.43 ; 74 « 5^{ème} trait » de l'Ordonnance-loi n° 79-028 du 28 septembre 1979 portant organisation du barreau ; du corps des défenseurs judiciaires ; et du corps des mandataires de l'Etat ; art.8 al.3 du Code d'organisation et compétence judiciaire ; art.146 CPC**)

3.2.3 LE DROIT DE COMMUNIQUER CONFIDENTIELLEMENT AVEC SON AVOCAT

Les communications entre accusé ou défendeur et son avocat sont confidentielles ; les autorités doivent veiller à ce qu'elles restent confidentielles et qu'elles ne soient pas violées par une catégorie des personnes qui doivent les garantir à tous les niveaux.

Dans le cadre de la relation professionnelle entre les avocats et leur client ; les pouvoirs publics doivent reconnaître et respecter le caractère confidentiel. Le comité des droits de l'homme a expliqué à l'article 14-3(b) du Pacte international relatif aux droits civils et politiques ; qui garantit le droit de communiquer avec son avocat ; exige que « le conseil communique avec l'accusé dans les conditions qui respectent intégralement le caractère confidentiel de leur communication »(**comité des droits de l'homme ; observation(Géorgie) ; 5 mai 1997 ; Doc-ONU CCPR/79Add 75 (18)**)

Lorsqu'une personne est en détention provisoire ; les autorités doivent prévoir le temps et les moyens nécessaires pour permettre à l'inculpé ou défendeur de recevoir la visite de son avocat et s'entretenir confidentiellement avec lui ; face à face ; par téléphone ou par écrit. Les réunions ; conversations téléphoniques ; peuvent se dérouler à portée vu mais non à portée d'ouïe ; d'autres personnes.

Le comité des droits de l'homme a déclaré que lorsque des entraves bureaucratiques excessives répondaient difficilement les contacts avec un avocat ; les conditions définies par l'art 14 du PIDCP ne se trouvaient pas remplies (**Amnesty international ; Op.cit. ; p. 106**)

Le droit à la confidentialité s'applique à toutes les personnes y compris à celles qui sont arrêtées ou mises en détention ; qu'elles fassent l'objet ou non d'une inculpation pénale.

3.3 GARANTIE DE LA PUBLICITE DE LA PROCEDURE

La publicité est classiquement considérée comme une garantie essentiellement pour le justiciable ; et elle est expressément prescrite par la constitution pour le prononcé du jugement.

3.3.1 GARANTIE PROCÉDURALE DE LA PUBLICITÉ

La publicité de la procédure judiciaire est une garantie démocratique essentielle ; telle que consacrée par la constitution de la RD. Congo (**art.20**) dispose que « les audiences des cours et tribunaux sont publiques ; à moins que cette publicité ne soit jugée dangereuse pour l'ordre public ou les bonnes mœurs ; dans ce cas ; le tribunal ordonne le huis clos » et l'article 21 al.1^{er} de la même constitution dispose que « tout jugement est écrit et motivé ; il est prononcé en audience publique »

La publicité est la règle fondamentale dans la procédure congolaise traditionnelle et moderne. La règle de la publicité dans les traditions judiciaires ; était même plus prononcée qu'aujourd'hui : les procès se déroulent généralement en plein air ; sous un arbre prestigieux ; et en mémoire duquel on parle aujourd'hui de l'arbre africain de la palabre.

Le révérend Père LORENZO DA LUCCA qui a fait une description caricaturale de la justice traditionnelle chez les Kongo ; met en exergue la publicité des débats : le demandeur ; écrit-il ; choisit son juge ; et le défendeur aussi ; le jour de l'audience est fixé au jour déterminé ; écrit-il ; tous se trouvent à l'endroit habituel ; c'est chose vraiment intéressante ; les deux parties invitent tous leurs parents et amis ; dont le nombre montera quelque fois à cent pour une seule des parties(...)(**MATADI NENGA . ; Op.cit. ; p.53**)

Le droit à un procès public est une garantie essentielle de l'équité et de l'indépendance de l'administration de la justice ; un moyen de préserver la confiance de l'opinion publique.

3.3.2 LES OBLIGATIONS DECOULANT DU DROIT A UN PROCES PUBLIC

L'exercice du droit à un procès public exige la tenue publique d'une audience contradictoire portant sur le fond de l'affaire ; à laquelle peuvent assister les particuliers et notamment les juristes. Sauf certaines circonstances définies ; les audiences et les jugements doivent être publics selon l'art. 10 de la D.U.DH.

Le droit à un procès public signifie que le public a également aussi bien que les parties à l'affaire le droit d'être présent. Le public a le droit de savoir comment est dispensée le justice et à quelle décision aboutit le système judiciaire.

Les juridictions doivent renseigner le public sur l'heure et le lieu des audiences publiques et fournir ; dans les limites raisonnables ; les équipements nécessaires pour que les personnes intéressées puissent assister à ces audiences.

Tous les jugements doivent être rendus publics sauf le cas des exceptions prévues par la loi telles que les affaires concernant les mineurs ; dont la vie privée doit être protégée ; des différends matrimoniaux et des questions portant sur la garde des enfants.

3.3.3 LES EXCEPTIONS AUTORISÉES AU PRINCIPE

Le juge peut dans certaines conditions ordonner le huis clos(question de pudeur ; danger pour l'ordre public ;...). Le huis clos ou portes fermées est l'exception consacrée en droit judiciaire pour désigner soit l'audience à laquelle le public n'est pas admis.

Par exception au principe de la publicité des audiences ; soit la décision elle-même prise par le juge de ne plus admettre le public. Les motifs pour lesquels la presse et le public ; peuvent être exclus de l'entière ou d'une partie des audiences sont bien détaillées par certaines dispositions légales (**Art.14-1 du PIDCP ; art. 6-1 de CEDH ; et art.8-5 de la Convention américaine**)

Le huis clos peut être prononcé d'office lorsqu'en appel la matière est débattue en chambre de conseil (**art.575 du code de la famille**)

Dernièrement ; la cour d'ordre militaire a ; au cours du procès relatif à l'assassinat du Président Laurent KABILA ; ordonné le huis clos sollicité par le M.P et la partie civile pour des raisons d'ordre public justifié par l'intervention de plusieurs services de sécurité(**Le procès fut ouvert le 15/03/2002 ; sous le R.P 1078/02 M.P et partie civile contre Eddy KAPEND et consorts ; il concerne 137 personnes prévenues d'avoir notamment porté atteinte à la vie du chef de l'Etat le 16 janvier 2001. Le huis clos fut déclaré par la cour à l'audience du 2/05/2002**)

Les avocats présents à l'audience ont constaté le bien-fondé de la mesure. Ils ont estimé que s'ils pouvaient cependant tolérer cette mesure ; ils n'accepteraient pas qu'elle couvre toute la procédure ; or depuis ; la cour avait maintenu le huis clos ; ce qui semble être abusif.

Il y a lieu de noter qu'hormis les circonstances exceptionnelles énoncées ; un procès doit être ouvert au public en général y compris les membres de la presse ; il ne peut être non accessible qu'à une catégorie particulière des personnes.

4 ANALYSE DE L'EFFECTIVITE DE L'EGALITE DES PARTIES AU PROCES DANS LES JURIDICTIONS CONGOLAISES ; CAS DU TRIBUNAL DE GRANDE INSTANCE DE BUKAVU

Il ne serait pas juste de penser que les citoyens congolais n'ont pas droit à un procès équilibré ou encore que cette idée même ne peut être évoquée pour eux que pour un horizon lointain et encore estompé.

Notre Pays étant une République démocratique ; les procédures qui caractérisent les Etats démocratiques adaptées aux réalités congolaises dans certains cas limités ; ne sont en rien inapplicables sur le territoire.

L'égalité judiciaire étant consacrée par la constitution ne doit souffrir d'aucune violation ; et il ne saurait être au juge d'appliquer aux parties des traitements en fonction des classes sociales auxquelles ils appartiennent ; de leur fortune ou tempérament.

Ainsi ; dans le cadre de notre étude ; nous analyserons l'application du principe de l'égalité par les tribunaux de Bukavu et enfin esquisser les obstacles à l'effectivité de ce principe.

4.1 DE L'APPLICATION DU PRINCIPE DE L'EGALITE PAR LES TRIBUNAUX DE BUKAVU

Le Tribunal de Grande Instance de Bukavu(TGI) en tant qu'une institution judiciaire doit garantir l'égalité judiciaire ; pour une bonne administration de la justice.

4.1.1 LA NÉCESSITÉ DES GARANTIES PROCÉDURALES

Les garanties judiciaires sont d'une importance capitale ; pour tout jugement crédible. En principe ; toute juridiction n'est saisie que par un exploit introductif d'instance (soit par citation ou assignation) dans lequel la partie demanderesse ou toute partie intéressée 'touchée) doit alléguer les faits ; pour en obtenir restauration de son droit ou réparation.

Une fois ; la juridiction saisie ; une notification ou signification doit être faite à la partie défenderesse ou inculpé pour savoir le pourquoi de son accusation ; afin de préparer sa défense dans les délais légalement répartis.

La garantie de l'égalité se traduit par le fait que toute partie à un procès doit avoir la possibilité raisonnable d'exposer sa cause au tribunal dans les conditions qui ne la désavantagent pas d'une manière appréciable par rapport à la partie adverse ce la matérialise le caractère contradictoire du procès(**art.19 du CPC**)

Pour un traitement égal des parties ; il n'est pas autorisé que l'une des parties profite de l'absence de l'autre pour introduire une affaire ou influencer la juridiction saisie pour favoriser l'autre.

Dans certains cas nous avons constaté que le Tribunal de grande Instance de Bukavu n'était pas régulièrement saisi ; suite aux irrégularités contenues dans les actes de procédure. Ces irrégularités sont de nature porter atteinte non seulement aux garanties procédurales mais aussi à retarder l'issue du procès car le juge se déclarera non saisi. Mais si la partie contre

laquelle une assignation a été instrumentée couvre cette irrégularité en comparaisant volontairement ; le juge se déclare saisi. Cela favorise beaucoup de renvois ; de cas de surséances qui s'observent au TGI de Bukavu.

4.1.2 L'ÉQUILIBRE DE TRAITEMENT DES JUSTICIABLES

En matière civile ; la RD. Congo souffre cependant du trafic d'influence qui désarticule fortement la balance judiciaire. Le positionnement politique et la situation financière convenable d'un plaideur ne permet pas encore dans notre pays en général et dans la ville de Bukavu en particulier de s'assurer l'application du principe de l'égalité des citoyens devant la justice.

L'Etat ; en matière civile ; est une partie comme tous les autres plaideurs et doit se présenter en justice dans le respect de l'égalité entre parties. Il en est de même en matière pénale où le M.P ; l'accusation comme on l'appelle ; doit être traité au même titre que les autres parties (**MATADI NENGA GAMA. ; Op.cit. ; p.30**)

Avec l'évolution actuelle de la RD. Congo ; il est difficile d'affirmer que le principe de l'égalité entre les parties au procès est respecté et suivi par nos tribunaux ; il ya un écart entre la théorie et la pratique. Ce la peut provenir de l'impunité qui règne en RD. Congo en tant que preuve d'inégalité et d'une justice à double vitesse.

Il ressort de là que la célérité qui doit caractériser le procès pénal ; n'est pas aujourd'hui observée dans la pratique judiciaire au sein de nos cours et tribunaux en général et le TGI de Bukavu en particulier. C'est le cas du procès de l'activiste des droits de l'homme Pascal KABUNGULU KIBEMBI abattu à son domicile le 31 juillet 2005 ; sur avenue KIBOMBO au SUD-KIVU ; les personnes soupçonnées comme auteurs à cet assassinat étaient citées mais la justice n'a toujours pas été rendue jusqu'à présent.

Les personnes étant toujours à son attente nonobstant la surséance par la juridiction. Il est un constat qui n'échappe à personne que les congolais qui occupent certaines fonctions ; qu'il s'agissent des ministres ; des présidents ; délégués généraux des entreprises publiques ne sont presque jamais traduits en justice même en cas d'infraction flagrante et graves ; sauf si l'infraction porte une blessure au pouvoir lui-même.

Des pratiques financières odieuses contre le Trésor public sont connues de tous les grands procureurs ; mais les auteurs de tels actes dont la richesse émane des caisses de l'Etat vivent avec arrogance et crainte. Par contre les larcins sont poursuivis avec force ; les prisons sont pleines des auteurs d'infractions mineures. Ce ci nous montre le principe de l'égalité judiciaire est loin d'être réalisée par nos différentes juridictions dans une sphère pareille.

A l'heure actuelle ; ils s'observent au TGI de Bukavu beaucoup de renvois ; les délibérés des juges de l'avis du M.P et les procès sont tirés à la longueur.

4.1.3 IMPACT DE LA SEPARATION DES JURIDICTIONS EN FONCTION DES LITIGES A TRANCHER

Le principe de la spécialisation veut qu'une juridiction (un juge) puisse se prononcer sur un litige de sa compétence qui lui est soumis. Il s'agit d'abord de spécialiser les juridictions en fonction de la nature des conflits à traiter : contentieux administratif ; contentieux pénal ou civil.

A la grande distinction entre contentieux civil et pénal ; il convient d'ajouter ; pour ce qui concerne la filière civile ; la distinction qu'il est souhaitable d'opérer ; sur le plan pratique entre les conflits nés de la vie et des relations commerciales ; ceux qui trouvent leur origine dans les relations du travail ou dans le mécanisme de la sécurité sociale.

En matière civile ; donner à chaque justiciable le juge le plus apte à l'entendre et à chaque conflit du tribunal qualifié pour résoudre commande ainsi une certaine spécialisation en fonction de nature du litige. C'est en fonction de ces différentes appréciations qu'en matière civile trois juridictions spécialisées peuvent être amenées à intervenir : il s'agit de la justice de paix ; l'autre du contentieux lié aux relations du travail et la 3^{ème} juridiction civile connaît des contestations relatives à la vie et à l'activité spéciale : c'est le tribunal de commerce (**Christian ; PANIER.; Comprendre la justice ; Belgique ; éd. Bruylant-Academia ; 1998 ; p.25**). En RDC ; avec la création des juridictions commerciales nous osons croire que cette séparation produira des effets positifs.

En matière pénale ; la compétence du tribunal peut aussi se déterminer en fonction de la gravité des comportements des délinquants à juger.

5 OBSTACLES A L'EFFECTIVITE DU PRINCIPE DE L'EGALITE DES PARTIES

Le principe d'égalité des parties peut être enfreint également par plusieurs procédures ; tel est le cas des procédures des juridictions civiles et militaires qui ne sont pas à l'abri de critique ; car la situation économique-financière du personnel judiciaire ; ne permet plus aux justiciables d'avoir confiance en eux ; et à se rémunérer si les juges sont compétents ; indépendants et impartiaux pour juger certaines catégories de justiciables.

5.1.1 LES PROCÈS MILITAIRES

Les juridictions militaires restent compétentes uniquement à l'égard de l'action publique née des infractions militaires ou mixtes ou des infractions de droit commun commises par les militaires et des personnes qui leurs sont assimilées ; à savoir les agents de la police nationale ; et ceux du service national pour des faits commis pendant ou à l'occasion de l'exercice de leurs fonctions au sein du service national.

Les civils peuvent être justiciables des juridictions militaires lorsqu'ils provoquent ; engagent ou assistent un ou plusieurs militaires ou lorsqu'ils commettent des infractions dirigées contre l'armée ; la police ; le service national ; leur matériel ou leurs établissements ou au sein de l'armée.

L'analyse de l'équilibre des procès rendus par les tribunaux militaires porte également sur les points suivants : les juges sont-ils compétents ; impartiaux et rendent-ils des décisions en toute indépendance par rapport à leurs supérieurs ? ; le tribunal est-il compétent pour juger les accusés et dispose-t-il de la capacité juridique garantissant une bonne administration de la justice ?

Actuellement ; pour les procès qui se déroulent au tribunal militaire Garnison de Bukavu avec l'institution des chambres foraines on a remarqué que les juges statuent sur certains litiges pour vider seulement voire se décharger de l'affaire sans qu'il y ait ni satisfaction des parties ni respect ou conformité aux garanties procédurales ; quelque fois ils n'ont même pas le temps de préparer convenablement leurs moyens de défense ou plaidoiries ; il en est de même pour leurs clients ; suite à la célérité qui caractérise la procédure militaire et ce la débouche sur la violation flagrante de ce principe phare pour une bonne administration de la justice.

C'est le cas d'un procès ouvert en Juillet 2005 dont étaient en cause : l'auditeur militaire supérieur et partie civile contre SIMBA USSENI ; colonel des FARDC poursuivi pour meurtre ; qui a semblé satisfaire aux attentes de la population car publiquement l'officier s'était vite vu ôté ses grades et insignes militaires ; laisse cependant des grands doutes quant à son exécution suite à l'impunité et le trafic d'influence qui caractérise la justice congolaise (**Observatoire des conflits ; des droits de l'homme et de bonne gouvernance n° 7-8 ; juillet-aout 2005 ; pp.2-7 ; Bulletin du centre d'étude des formations sur la gestion et la prévention des conflits dans la région des grands lacs(CEGEC) ; Bukavu(RDC)-Année 1 n° 7-8 ; juillet-aout 2005**)

5.1.2 LA GARANTIE D'INDEPENDANCE ET D'IMPARTIALITE DU TRIBUNAL

L'indépendance du tribunal ou du juge s'analyse en une liberté d'exercice et de façon juridictionnelle. Elle s'exprime notamment par l'impossibilité juridique d'adresser vaux membres de l'organe des injonctions ou même des recommandations relatives à leur activité **judiciaire (Jacques V. et E. ROSSEN ; La convention européenne des droits de l'homme ; Bruxelles ; Bruylant ; 1990)**

Cette garantie quoique consacrée par l'art.14-1 du PIDCP ; l'art.6 de la CEDH et l'art.149 de la constitution de la RD. Congo du 18 février 2006 n'est pas tellement assurée en ce sens que certaines violations y relatives s'observent dans la pratique (**M. JOEL ; la réforme de l'Afrique Noire ; Paris ; éd. Pédone ; 1993**)

Un constat a été fait au niveau du TGI de Bukavu ; certains juges y affectés ont déjà fait plus de 6 ans et ce la peut conduire à une partialité et dépendance dans le traitement de certaines affaires suite à certaines familiarités ; amitiés qui nuisent l'application d'une justice équilibrée entre parties.

5.1.3 LE NON PAYEMENT DU PERSONNEL JUDICIAIRE

A l'heure actuelle ; le respect dû à la justice ou aux magistrats ; s'amenuisent de plus en plus ; compte tenu de la situation critique et alarmante que ne cesse de traverser la RD Congo en général et la ville de Bukavu en particulier.

Les magistrats et les agents de l'ordre judiciaire qui constituent la pièce capitale des mécanismes de protection de la défense des droits de l'homme ; sont abandonnés à leur sort ; impayés ; sacrifiés et réduits à l'ombre ; d'où ; les obstacles et autres écueils au droit de la défense qui sont signalés ici et là.

Le rapport d'évaluation du secteur de la justice au Nord et Sud Kivu ; Maniema et Nord Katanga ; montre qu'en dépit des différentes grèves organisées par les syndicats des magistrats partout en RDC ; les salaires restent **insignifiants (S.OS Justice ; Quelle justice pour les populations vulnérables à l'Est de la RDC ? Rapport d'évaluation du secteur de la justice au Nord et Sud Kivu ; Maniema et Nord Katanga ; Kinshasa(RDC) ; Galerie du centenaire Boulevard DU 30 juin ; Aout 2005 ; pp.67-68)**

L'amélioration substantielle des conditions de vie et de travail des magistrats de l'ordre judiciaire ne peut que garantir davantage l'égalité des parties au procès ; car la justice n'étant plus ; au plus offrant ou suspectée.

6 CONCLUSION

Nous voici au terme de notre étude qui a porté sur « **l'égalité des parties au procès en droit congolais ; cas du tribunal de grande instance de Bukavu** » et dont il nous revient pour le moment d'en esquisser les conclusions.

Sommes toute ; l'égalité judiciaire est aujourd'hui ; en Droit Congolais ; élevée au rang d'un principe constitutionnel au même titre que les autres droits fondamentaux inhérents à la nature humaine. Elle constitue pour tout justiciable un droit absolu à l'exercice duquel aucune autorité ne peut s'opposer ou porter atteinte.

Dans l'analyse de notre objectif principal qui était de connaître si le principe d'égalité des parties est effectivement respecté par les organes juridictionnels Congolais en l'occurrence le tribunal de grande instance de Bukavu et quels sont les mécanismes mis en place par la loi pour une telle garantie.

Force est de constater que l'égalité des parties n'est pas effectivement assurée suite à la lenteur qui s'observe dans l'administration de la justice ; qui ne permet pas de connaître en temps utile l'issue du procès. Il ressort que le principe de célérité qui doit caractériser le procès pénal n'est pas observé par la pratique judiciaire ; ceci est du surtout ; au non respect de formalités administratives requises ou encore au non respect des délais prescrits par la loi pour accomplir tel ou tel devoir ; et cela favorise l'impunité qui règne au Congo. De plus ; les juges devraient être impartiaux et indépendants dans l'exercice de leur fonction judiciaire pour une bonne marche de la société et pour une justice équilibrée ; car ils ne doivent pas recevoir des injonctions ni juger par sentiment.

En outre ; nous avons constaté que la pratique judiciaire n'a jusqu'ici été conforme aux textes garantissant l'égalité des parties. Certaines procédures demeurent ou sont encore entachées d'irrégularité ou nullité en raison des atteintes portées à l'économie et aux garanties des droits de la défense ; ceci peut se remarquer à certaines phases de la procédure. Il s'observe donc un écart entre la théorie et la pratique judiciaire congolaise et qui n'offre pas de garantie d'une bonne administration de la justice.

En vue de mettre fin à la lenteur qui prévaut la justice congolaise et qui peut porter atteinte au principe d'égalité (judiciaire) ; nous suggérons aux pouvoirs publics de :

- Respecter les différents traités et accords internationaux ratifiés par la RD Congo ; visant la promotion des droits de l'homme et libertés fondamentales ;
- Payer le personnel judiciaire qui est totalement abandonné à son triste sort ;
- Organiser un recyclage de magistrats tout en le soumettant à une formation supplémentaire ;
- Prendre des sanctions sévères à l'égard des agents de l'ordre judiciaire qui préjudicieraient les intérêts des justiciables ;
- Réduire le cas des surséances sur les procédures dans nos différentes juridictions.

REMERCIEMENTS

Merci et bravo à tous les activistes des droits de l'homme congolais en général qui travaillent avec acharnement pour un avènement d'un Etat de droit en RD. Congo fondé sur le principe d'égalité dans tous les secteurs . Leur activité est le support de ce travail et par leur disponibilité, ils l'ont rendu possible.

REFERENCES

- [1] AMNESTY INTERNATIONAL ; Pour des procès équitables ; France ; EFAI ; Avril 2001 ; 183 p.
- [2] BOSSLT ; Henri-D et VAN-DERMEERSCH ; D. ; Droit de la procédure pénale ; Inédit ; 736p.
- [3] Jacques V. et E. ROSSEN ; La convention européenne des droits de l'homme ; Bruxelles ; Bruylant ; 1990.
- [4] MATADI NENGA GAMADA ; Le droit à un procès équitable ; Kinshasa ; éd. DIN ; 2001 ; 174p.
- [5] PANIER ; Christian ; Comprendre la justice ; Belgique ; éd. Bruylant-Academia ; 1998 ; 157 p.
- [6] SUDRE ; Frédéric ; Collection que sais-je ? La convention européenne des droits de l'homme ; 2^{ème} éd. ; France ; PUF ; 1990 ; 127 p.
- [7] Pacte International relatif aux Droits Civils et Politiques (New York) : adopté et ouvert à la signature ; à la ratification et à l'adhésion par l'Assemblée Générale dans la résolution 2200 A(XXI) du 16 décembre 1966 ; entrée en vigueur: le 23 mars 1976 ; conformément aux dispositions de l'art.49 ; ratifié par la RD. Congo le 1^{er} nov.1976 ; et publié au J.O numéro spécial du 9 avril 1999.
- [8] Déclaration Universelle des Droits de l'Homme ; adoptée et proclamée par l'Assemblée Générale dans sa résolution 217(III) du 10 décembre 1948 ; Bulletin officiel 1949.
- [9] Convention Américaine relative aux droits de l'homme (San José ; 1969)
- [10] Convention Européenne de sauvegarde des droits de l'homme et libertés fondamentales.
- [11] La charte Africaine des droits de l'Homme et des peuples (Nairobi ; juillet 1981) ; ratifiée par la RDC le 20juillet 1987 ; et publiée au J.O ; numéro spécial de Septembre 1998.
- [12] 4. La constitution de la RDC ; du 18 fév.2006 ; publiée au J.O ; 47^{ème} année ; n° spécial 2006.
- [13] DECRET du 7 mars 1960 portant Code de procédure Civile (m.c; 1960)
- [14] DECRET du 6 aout 1959 portant code de procédure Pénale (B.O. ; 1959)
- [15] ORDONNANCE-LOI 82-020 du 31 mars 1982 portant code d'organisation et compétence judiciaire (J .O.Z ; n° 7 ; 1^{er} avril 1982.
- [16] LOI 87-010 du 1^{er} aout 1987 portant code de la famille (J.O.Z ; numéro spécial ; 1^{er} aout 1987).

APPORT DE LA CLASSIFICATION HYBRIDE SUR UNE IMAGE IKONOS DANS LA CARTOGRAPHIE DES HABITATS D'UNE ZONE HUMIDE: Merja Zerga (Maroc)

[CONTRIBUTION OF HYBRID CLASSIFICATION ON IKONOS SATELLITE IMAGERY IN MAPPING OF WETLAND'S HABITATS: Merja Zerga (Morocco)]

Boris Olegoba Ibara¹⁻²⁻³, Mohamed Dakki², Mustapha Hakdaoui³, and Rhimou El Hamoumi¹

¹Laboratoire d'Ecologie et Environnement, Faculté des sciences Ben M'sick,
Université Hassan II, Casablanca, Maroc

²Laboratoire de Zoologie, Equipe Biodiversité et Zones Humides, Institut scientifique,
Université Mohamed V, Rabat, Maroc

³Laboratoire de Géologie Appliquée, Géomatique et Environnement, Faculté des sciences Ben M'sick,
Université Hassan II, Casablanca, Maroc

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

ABSTRACT: Spatial accuracy is important information in the mapping of wetland habitats, hence the recourse to the use of data with very high spatial resolution such as the IKONOS satellite images. However, the mediocrity of these spectral images; the presence of mixed pixels or spectral confusion between different objects in the image, make the process of discrimination of wetlands habitats difficult. This difficulty is amplified because these areas are home to diversified habitats, and in most times have spectral similarities between them. Taking into consideration the problems mentioned above, this work proposes a hybrid classification approach to better discriminate the habitats from an IKONOS data covering the Wetland of Merja Zerga (Moroccan Wetland of International Importance). This approach combines a supervised classification (per pixel) and an object-oriented classification (unsupervised) using DBSCAN algorithm. This classification approach allows discriminating all wetland habitats of the Merja Zerga and produces a map with an accuracy of 0.86 according to the index Kappa. The results suggest that this classification approach may also provide better results by applying it on images having similar characteristics to the IKONOS image.

KEYWORDS: Remote sensing, Cartography, IKONOS, MedWet, classification oriented object, clustering, MLC, Growing Regions, DBSCAN.

RESUME: La précision spatiale est une information importante dans la cartographie des habitats des zones humides, d'où le recours à l'utilisation des données à très haute résolution spatiale à l'instar des images satellites IKONOS. Cependant la pauvreté spectrale de ces images; la présence de pixels mixtes ou encore la confusion spectrale entre les différents objets de l'image, rendent le processus de discrimination des habitats des zones humides difficile. Cette difficulté s'amplifie par le fait que, ces milieux abritent une mosaïque d'habitats, et qui dans la plupart présente des affinités spectrales entre eux. Tenant compte des problèmes évoqués précédemment, ce travail, propose une approche de classification hybride permettant de mieux discriminer les habitats à partir d'une donnée IKONOS couvrant la Zone Humide de la Merja Zerga (Zone Humide Marocaine d'importance internationale). Cette approche combine une classification supervisée (per-pixel) et une classification orientée objet (non-supervisée) en utilisant l'algorithme DBSCAN. Cette approche de classification a permis de discriminer tous les habitats humides de la Merja Zerga et d'en produire une cartographie avec une précision de 0.86 suivant

l'indice de Kappa. Les résultats obtenus laissent entrevoir que cette approche de classification peut également offrir des meilleurs résultats en l'appliquant sur les images ayant des caractéristiques similaires à l'image IKONOS.

MOTS-CLEFS: Télédétection, Cartographie, IKONOS, MedWet, Classification orientée objet non-supervisée, classification supervisée, MLC, Region Growing, DBSCAN.

1 INTRODUCTION

De nos jours, la télédétection offre une large gamme de données, avec différentes caractéristiques, tant spectrales que spatiales, permettant de suivre efficacement des paysages vitaux pour la conservation des ressources naturelles et des écosystèmes [2], [3]. Les zones humides font partie des écosystèmes les plus précieux, qui jouissent aujourd'hui d'une attention particulière en raison de leur rôle écologique et des services qu'elles assurent au profit du bien-être de l'homme [4][5]. Pour ce faire, la convention de Ramsar a initié à l'échelle de la méditerranée l'initiative MedWet, qui a contribué à la mise en place d'une méthode de classification des habitats. D'autres projets parallèles relatifs à l'observation des zones humides sont mis en œuvre, à l'instar de l'initiative de Kyoto pour le carbone, qui contribue également à la surveillance des zones humides à l'échelle mondiale [6], [7].

Cependant, la mosaïque des habitats fréquemment rencontrés dans les zones humides [8], [9] fait que dans la plupart des études visant la classification de ces habitats, les images à forte potentialité spectrale (ex: landsat) sont préférables aux images ayant des capacités spectrales faibles (ex: IKONOS) [10], [11], [12]. Cette préférence serait due au fait que les espèces végétales présentent vis-à-vis des ondes électromagnétiques un comportement spectral plus ou moins spécifique, qui permet de les discriminer [11].

Malgré la facilité d'exploitation qu'offrent les images à plusieurs bandes spectrales, le problème des pixels mixtes et de la confusion spectrale restent fréquents [13], [10], [14], ce qui réduit souvent la précision des classes quand on fait appel à la classification supervisée per-pixel ou encore quand on utilise les indices normalisés dans le processus de classification [15]. hormis ce problème, les images ayant plusieurs bandes spectrales ont généralement une faible résolution spatiale [16], alors qu'elle revêt une grande importance dans la cartographie et le suivi des zones humides [18], [19].

Face aux difficultés évoquées précédemment, il serait nécessaire de développer des méthodes de classification qui vont au-delà du pixel, dans le sens qu'elles prennent en compte d'autres informations dans le processus de classification [20]. Cette recommandation prend toute sa légitimité dans la classification des habitats 'zones humides' de type végétal, lesquels présentent une forte affinité spectrale entre eux [10].

Le présent travail propose pour la classification des habitats des zones humides, une méthode hybride, qui combine la classification supervisée per-pixel avec une méthode orientée objet (non supervisée). Pour ce faire, on a utilisé une scène issue du capteur IKONOS, reconnue pour sa faible résolution spectrale et une forte résolution spatiale. Cette scène couvre la lagune atlantique marocaine de Moulay Bou Selham, appelée communément Merja Zerga; laquelle a été classée comme zone humide d'importance internationale, en reconnaissance de son rôle d'escale migratoire pour l'avifaune aquatique [26], [22], [23], [26], [25], [24] et de la diversité de ses habitats [8], [21], [25], [26].

2 OUTILS ET DONNÉES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La Merja Zerga se situe sur la côte atlantique marocaine, au sud immédiat de la petite ville côtière de Moulay Bou Selham; elle s'étend entre les latitudes nord 34°48'02" et 34°53'07" et les longitudes ouest 6°13'37"-6°18'24" (Fig. 1). La lagune est séparée de l'océan atlantique par un cordon dunaire, interrompu à sa limite nord par un goulet qui assure une communication permanente avec l'océan [8]. L'alimentation de la lagune en eau de mer est réalisée par un système de 3 chenaux [27]. Elle est alimentée aussi par les eaux d'origine continentale provenant précisément de la petite rivière, oued Drader (au débit très perturbé) et par les eaux de drainage collectées vers le canal de Nador [28]. La lagune est également sous l'influence des nappes phréatiques de Dhar el hadchi et D'el fahis situées au nord de la lagune [29].

Cette lagune présente une mosaïque complexe d'habitats [8], en comparaison avec d'autres zones humides côtières marocaines. Bien que la première étude dont elle a fait l'objet ait fourni d'importantes informations sur cette mosaïque, la précision des données et la méthodologie adoptée restent peu vigoureuses. Elle s'est basée sur une photo-interprétation

classique de couvertures aériennes au 1/30.000, datant de novembre 1997, le traitement (dessin) a été faite à l'aide d'un logiciel graphique (Corel Draw) [8].

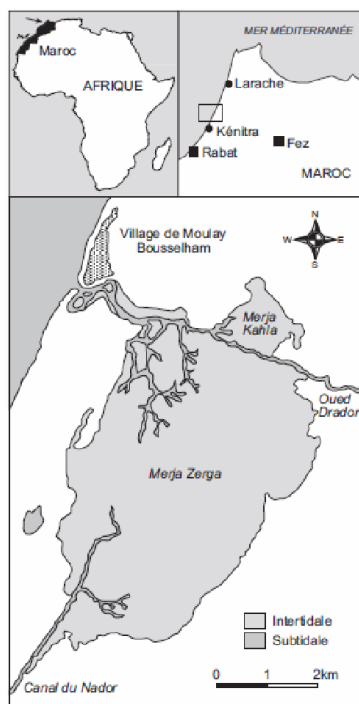


Fig. 1. Carte de localisation géographique de la lagune de Merja Zerga [25]

2.2 DONNÉES

Le satellite IKONOS fournit aux communautés commerciale et scientifique une amélioration spectaculaire de la résolution spatiale des images satellitaires disponibles (codées sur 11 bit, ortho et géo- référencées); il permet d'avoir une cartographie à une échelle de 1:10.000 sans contrôle au sol et 1:2.400 avec contrôle au sol. La station IKONOS au sol produit des images radiométriques corrigées [30], [31].

L'image utilisée dans cette étude ne présente pas de nuages (Fig. 2). Elle a été acquise en septembre 2010 et représente la lagune de Merja Zerga en situation de marée basse. Les caractéristiques de cette image sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques principales du radiomètre équipant le satellite IKONOS 2

Mode	Canal	Bande spectrale	Résolution spatiale au nadir	Fauchée
Multi-spectral	1	0,45 - 0,53 m (bleu)	3.2 m	11 km
	2	0,52 - 0,61 m (vert)	3.2 m	11 km
	3	0,64 - 0,72 m (rouge)	3.2 m	11 km
	4	0,77 - 0,88 m (proche infrarouge)	3.2 m	11 km
Panchromatique		0,45 - 0,90 m (vis et proche ir)	0.82 m	11 km

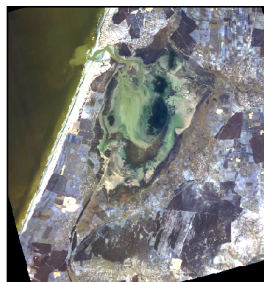


Fig. 2. Capture de la scène IKONOS de la Merja Zerga (Septembre 2010)

3 MÉTHODOLOGIE

La nature de l'information recherchée (discrimination des habitats) et les caractéristiques de la donnée d'entrée (Image IKONOS) ont conduit au choix d'une approche de classification hybride: la classification supervisée (per-pixel) et la classification orientée objet (non supervisée). La Fig. 3 résume les différentes étapes de la méthode utilisée.

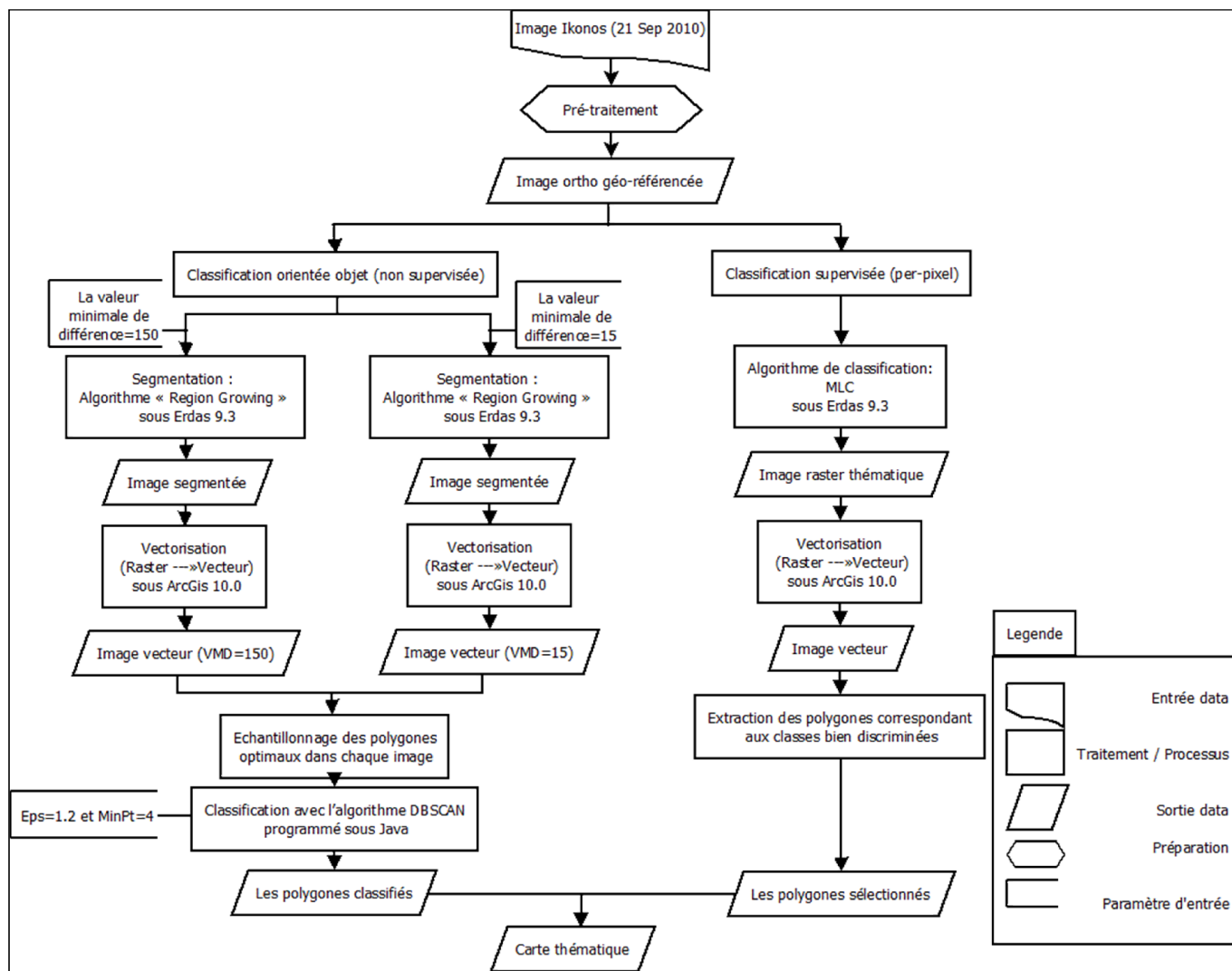


Fig. 3. Diagramme représentant les étapes de la méthode utilisée

3.1 CLASSIFICATION SUPERVISÉE (PER-PIXEL)

L'objectif global de la procédure de classification supervisée d'images est de classer (traiter) automatiquement tous les pixels d'une image dans des classes de couverture terrestre (ou thèmes), tout en ayant préalablement pris connaissance des signatures ou des emplacements des objets à classer [32], [33], [34].

Pour ce faire, l'image IKONOS a subi un traitement sous le logiciel *Erdas Imagine* de la société *Hexagon Geospatial* qui est une division d'*Intergraph de Leica Geosystems*. Ce logiciel utilise l'algorithme MLC pour la classification supervisée (per-pixel).

Le maximum de vraisemblance (ML) est une règle de décision paramétrique qui nécessite une distribution normale des comptes numériques pour appliquer le théorème de Bayes de la classification supervisée proposée dans ce travail [35]. La méthode se base sur une analyse statistique de la distribution des vecteurs spectraux de l'échantillon pour définir des zones de probabilité équivalente autour de ces centres. Elle dépend de la fonction de densité de probabilité liée avec une signature spécifique. Par la suite la probabilité d'appartenance à chacune des classes est calculée pour chaque vecteur spectral et le vecteur est affecté à la classe pour laquelle la probabilité est la plus élevée [36], [34].

3.2 CLASSIFICATION ORIENTÉE OBJET (NON-SUPERVISÉE)

Le concept de classification orientée objet repose sur l'idée que l'importante information sémantique nécessaire à l'interprétation d'une image n'est pas représentée dans les pixels individuels, mais dans des imageries-objets significatives et leurs relations mutuelles [37].

Le procédé de classification orientée objet démarre par une segmentation de l'image [37], ensuite une classification soit supervisée ou non supervisée est exécutée à partir d'échantillons.

➤ Segmentation: l'algorithme "Region Growing"

Dans le présent cas, la segmentation a été effectuée sous le logiciel *Erdas 2011*, qui utilise l'algorithme '*Region Growing*': c'est une méthode de segmentation d'une région dans laquelle les masses sont segmentées en regroupant les pixels similaires et voisins aux points de germes, en se basant sur le degré de similitude entre deux pixels adjacents. Le regroupement des pixels voisins se fait de manière itérative jusqu'à ce que tous les pixels soient traités [38]. Un paramètre d'échelle (ou critère d'hétérogénéité) est fixé par l'utilisateur. Dans la présente étude, le paramètre VMD (Valeur Minimale de Différence entre les pixels) a été varié jusqu'à avoir des segments significatifs, en terme de concordance avec la réalité de terrain; ces segments ont été à leur tour classés en utilisant un algorithme d'analyse multicritère suivant une méthode de classification orientée objet non supervisée.

➤ Classification non-supervisée: l'algorithme 'DBSCAN'

L'algorithme DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) est conçu pour regrouper les données spatiales issues de grandes bases de données avec possibilité de bruit dans les groupes (clusters), ces derniers étant de forme arbitraire [39]; il fait intervenir un nombre minimum de paramètres d'entrée, correspondant au rayon du groupe (Eps) et au nombre minimum de points requis à l'intérieur du groupe (Minpts) [40], [41], [42].

Cet algorithme consiste sur l'approche suivante:

Pour un ensemble d'objets D,

- Le Eps-voisinage (N_{ϵ}) d'un objet p est défini ainsi: $N_{\epsilon}(p) = \{\forall q \in D \mid p \neq q \wedge dist(p, q) \leq Eps\}$;
- Un noyau est un objet qui a au moins un nombre de voisinage (MinPts) dans son Eps-voisinage;
- Un objet p est directement accessible par densité à partir d'un objet q si $p \in N_{\epsilon}(q)$ et q est un noyau;
- Un objet p est accessible par densité à partir d'un objet q s'il existe une chaîne d'objets p_1, \dots, p_n où $p_1 = q$ et $p_n = p$ et tel que p_{i+1} est directement accessible à partir de p_i . $1 \leq i \leq n$, $p_i \in D$;
- Un objet p est connecté par densité à un objet q s'il existe un objet o tel que p et q sont accessible par densité à partir de l'objet o;
- Un groupe est un ensemble maximal d'objets connectés par densité;
- Le bruit est l'ensemble d'objets qui ne figurent pas dans aucun cluster.

Il convient de souligner que cet algorithme montre certaines particularités/avantages:

- son application nécessite un minimum de connaissances sur les domaines objets de la classification, afin de pouvoir définir les paramètres d'entrée;
- il est très efficace lors du traitement des bases de données larges (milliers d'objets);
- il crée des groupes de forme arbitraire, pouvant être sphériques, étirés, linéaires ou allongés.

Description de l'algorithme:

Pour créer un groupe, l'algorithme commence par un objet arbitraire p (polygone dans notre cas) et recherche tous les objets accessibles par densité à partir de p . Si p est un noyau, la procédure crée un groupe et ajoute p à ce dernier; si p est un objet périphérique, aucun objet ne peut être atteint à partir de p et l'algorithme visitera l'objet suivant dans l'échantillon. L'ajout de chaque objet crée ainsi une zone d'extension du groupe, qui s'élargira progressivement. Les valeurs globales Eps et MinPts permettent à l'algorithme de fusionner deux groupes voisins mais de densité différente. Dans le cas présent, les valeurs Eps et MinPts ont été fixées respectivement à 1.2 et 4.

Les critères utilisés pour la classification:

Cinq critères ont été sélectionnés pour réaliser notre classification non-supervisée des habitats: **forme, taille, couleur, position dans le site, type de milieu**. Le choix de ces critères se plie aux raisons suivantes:

- la **forme et la taille** des polygones: les polygones reproduisent la forme (limites) et la taille des unités spatiales homogènes, telles que des plages sableuses ou des communautés végétales, de physionomie et de texture invariables à l'intérieur de cette unité [43];
- la **couleur** constitue une donnée spectrale qui informe sur la nature des pixels et, partant, sur celle des objets (polygones de couleur homogène);
- la **position** dans le site est considérée comme significative, du moment que les habitats ne sont jamais organisés dans l'écosystème de façon aléatoire, mais selon un ordre particulier déterminé par les facteurs déterminants dans l'écosystème [44], [18], laquelle organisation a été bien explicitée dans notre site d'étude [8];
- le **type** de milieu indique les grandes catégories d'habitats facilement identifiables sur l'image; dans la Merja Zerga, l'image permet de distinguer sans ambiguïté la mer, la lagune, l'oued Dadrer, le canal de Nador; chacun de ces milieux possède des spécificités hydrologiques, sédimentologiques, physico-chimiques ..., qui influencent significativement la distribution spatiale des espèces et des groupements végétaux.

4 RÉSULTATS

4.1 RÉSULTAT DE LA CLASSIFICATION SUPERVISÉE PER-PIXEL

Dix sept (17) classes ont été sélectionnées. L'image (Fig. 4) montre le résultat de la classification supervisée, et le graphe (Fig. 5) présente le comportement spectral de chaque classe d'habitats et le degré de séparabilité entre les différentes classes d'habitats. L'évaluation de la précision a été réalisée avec l'échantillonnage des points au sol de réalité de terrain recueillis en utilisant un GPS différentiel avec 19 points de contrôle au sol recueillis au cours du processus de pré-classification et 64 points recueillis post-classification. L'évaluation de la précision globale de la classification supervisée en suivant l'indice de Kappa a donné 0.67 (qualité faible).

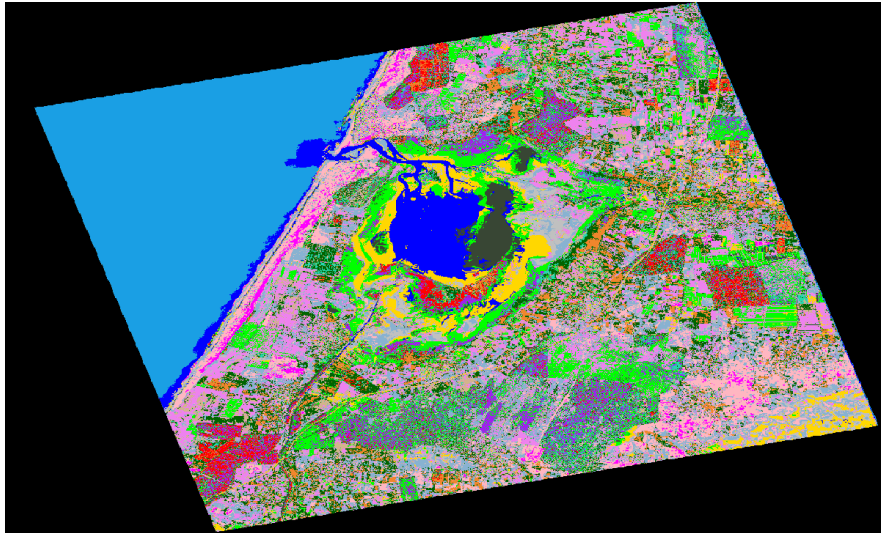


Fig. 4. Résultat de la classification Supervisée appliquée sur l'image représentant la Zone d'étude (Merja Zerga)

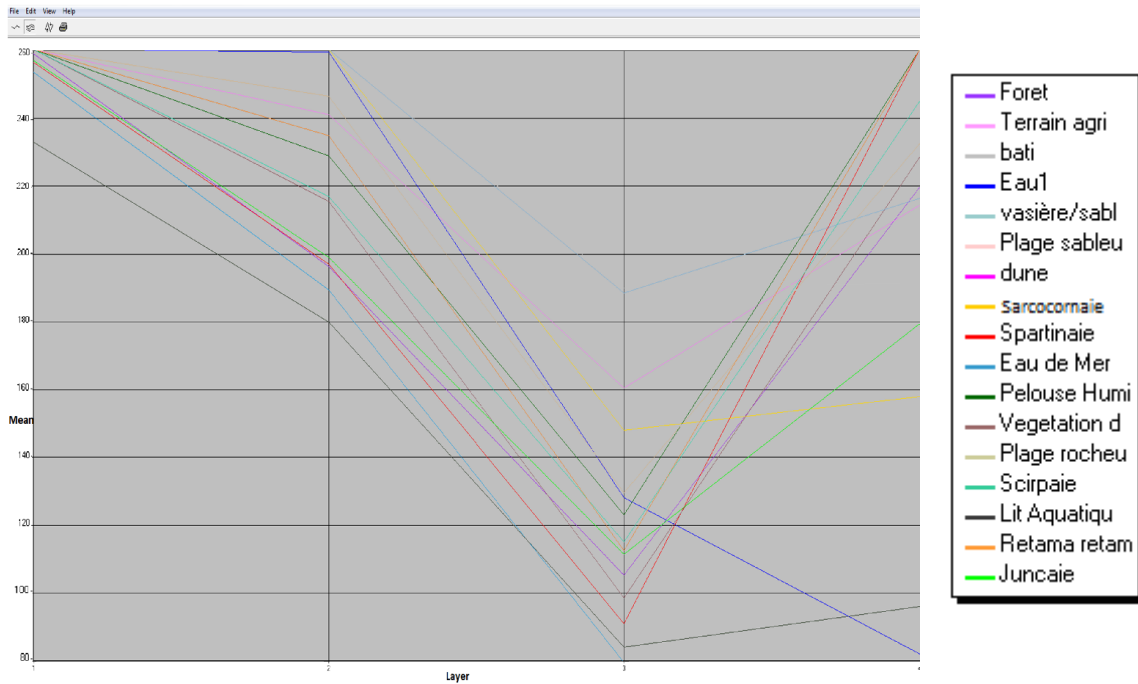


Fig. 5. Graphe représentant le comportement spectral de chaque habitat et leur en fonction des bandes de l'image

4.2 RÉSULTAT DE LA CLASSIFICATION ORIENTÉE OBJET NON-SUPERVISÉE

Les résultats des différentes segmentations appliquées sur l'image IKONOS sont présentés ci-après (Fig. 6); leur validation a été faite sur le terrain. Seules les segmentations obtenues en utilisant les valeurs de différence minimale 15 et 150 (fig.11) ont présenté une précision relativement bonne (0.65; 0.51). Les polygones sélectionnés issus de la vectorisation des segments avec leurs différents attributs (valeurs) ont été traités avec l'algorithme DBSCAN. Les tableaux 2-7 représentent la répartition de ces polygones en fonction des attributs/critères sélectionnés. Le résultat global de cette classification d'habitats (Tableau 8) a donné une précision de 0.86.

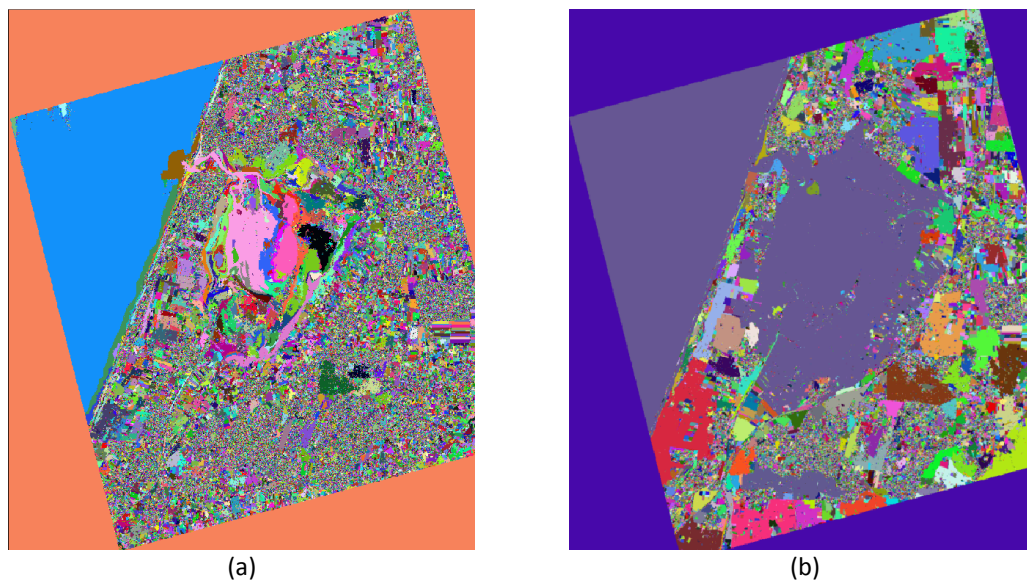


Fig. 6. Résultat de la Segmentation de l'image représentant la Zone d'étude (Merja Zerga) avec image (a) MVD=15 et l'image (b) avec MVD=150

Tableau 2. La Répartition des polygones en fonction du critère "Forme"

Selected attribute		
Name: Forme		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 5
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	arrondie	13
2	incurve	70
3	allonge	27
4	tres-allonge	71
5	dimorphe	73

Tableau 3. La Répartition des polygones en fonction du critère "Milieu"

Selected attribute		
Name: Milieu		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 5
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	lagunaire	153
2	estuarien	36
3	palustre-lagune	9
4	oued	30
5	hors	26

Tableau 4. La Répartition des polygones en fonction du critère "Position"

Selected attribute		
Name: Position		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 5
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	aval	150
2	centre	39
3	amont	27
4	hors	29
5	peripherique	9

Tableau 5. La Répartition des polygones en fonction du critère "Taille"

Selected attribute		
Name: Taille		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 4
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	grand	74
2	moyen	68
3	petit	21
4	tres-grand	91

Tableau 6. *La Répartition des polygones en fonction du critère "Couleur"*

Selected attribute		
Name: Couleur		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 6
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	vert-olive	23
2	blanchatre	82
3	verdatre	38
4	gris-fonce	31
5	gris-clair	39
6	mozaïque	41

Tableau 7. *La Répartition des polygones en fonction du critère "Disposition"*

Selected attribute		
Name: Disposition		Type: Nominal
Missing: 0 (0%)		Distinct: 4
		Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count
1	peripherique	185
2	bord-oued	31
3	centre	33
4	oued	5

Tableau 8. *Résultats de la classification orientée objet avec l'algorithme DBSCAN*

Instances	Classe correspondante	Nombre de Polygones (254)	Pourcentage%
0	Vasière/Sablière	9	3.5%
1	Salicorniaie	14	5.5%
2	Juncaie	9	3.5%
3	Lit aquatique	3	1.18%
4	Scirpaie	4	1.57%
5	Pelouse Humide	9	3.5%
6	Terrain agricole	73	28.7%
7	Forets	18	7.08%
8	Spartinaie	8	3.14%
9	Retama retama	4	1.57%
10	Dune	3	1.18%
11	Plage sableuse	4	1.57%
12	Plage Rocheuse	2	0.78%
13	Bâti	80	31.49%
14	Eau1	8	3.14%
15	Eau2	3	1.18%
Non classés		3	1.18%

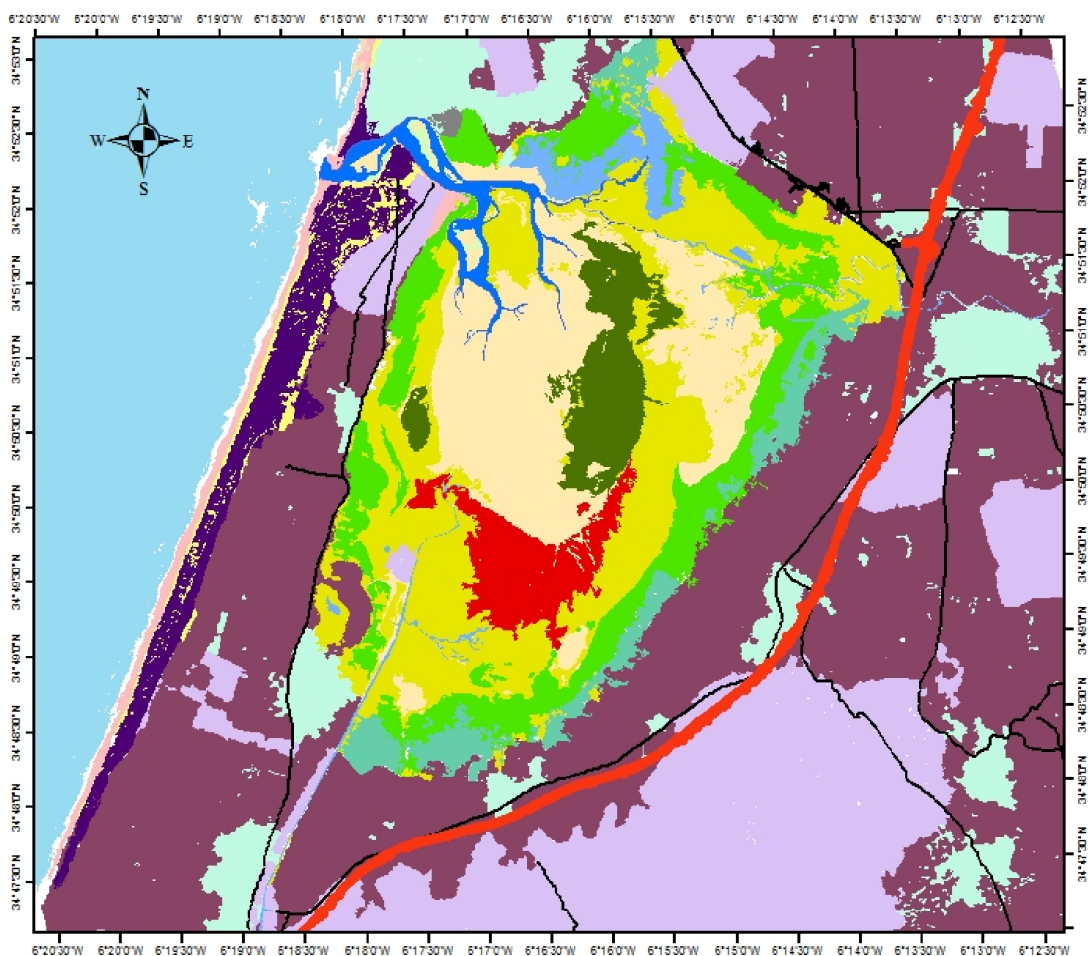
4.3 RÉSULTAT GLOBAL

Le résultat global est illustré par la carte des habitats de la Merja Zerga (Fig. 7), établie selon la classification MedWet des habitats humides [45]. Cependant, il a fallu faire abstraction de certains niveaux prévus dans cette classification: il s'agit du niveau 'sous-systèmes' et du dernier niveau (variables hydrologie, salinité et artificialisation des eaux). Car la considération de ces niveaux nécessite le recours à des images supplémentaires; par exemple, la représentation des niveaux 'sous-systèmes' et 'régime hydrologique' requiert une série chronologique d'images, la salinité nécessite une étude physico-chimique ou des images à plusieurs bandes spectrales [46], [47]. Cependant, l'aspect 'artificialisation des eaux' prévu dans la classification MedWet est absent dans la Merja Zerga [8]. Le Tableau 9 présente les habitats humides et leurs superficies.

Tableau 9. *Superficie de chaque habitat de la zone Humide*

Classe	Superficie (ha)	Classe	Superficie (ha)
Jonchaie	662.97	Lit aquatique estuarien	256.20
Pelouse Humide	281.66	Eau du chenal	149.23
Scirpaie	10.87	Eau de Surface	150.80
Sarcocornaie(Sansouires)	1172.89	Plage sableuse	130.48
Vasiere/Sablière	874.07	Plage rocheuse	8.06
Spartinaie	210.82	Superficie totale	3907.56

Cartographie MedWet des Habitats de la Merja Zerga (21 Sept 2010)



Legende

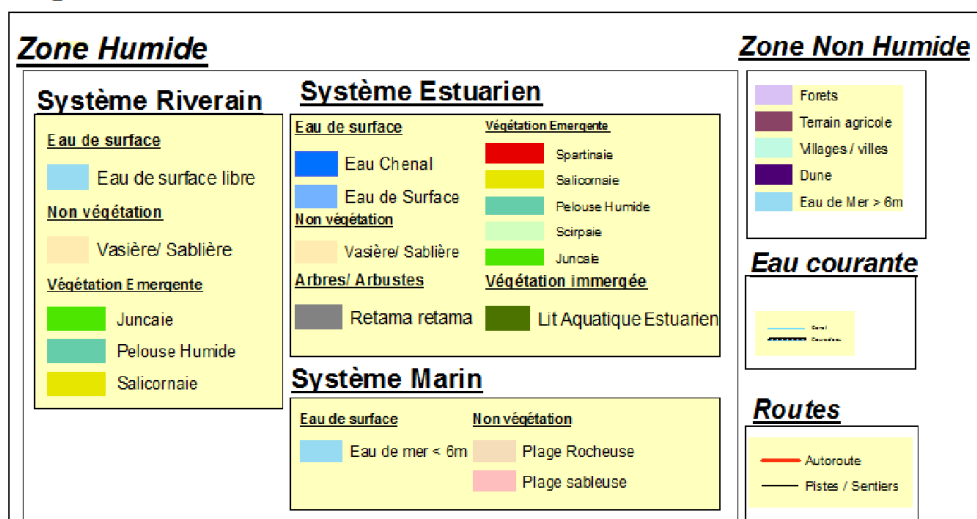


Fig. 7. Cartographie des habitats de la zone Humide de la Merja Zerga suivant le modèle Medwet

5 DISCUSSIONS

L'analyse des résultats de la classification supervisée (Fig. 5) montre que les classes telles que l'eau marine, l'eau de surface, le bâti, le lit aquatique, la vasière/sablière suivent chacune une allure spécifique par rapport aux autres classes. Ce comportement traduit une bonne séparabilité en faveur de ces classes précitées. Toutefois, beaucoup de classes, surtout celles représentant les habitats phytiques (Scirpaie, Pelouse humide, Jonchaie, Spartinaie, Retama retama, Sarcocornaie, Forêts, Cultures et Végétation dunaire) présentent une faible séparabilité. Les classes aphytiques, telle que la plage sableuse, roche et dune, présentent des allures quasi-semblables. Cette faible séparabilité entre la majorité des classes est due au problème récurrent de la mixité et de la confusion entre des pixels [13], ce qui a influé négativement sur la précision globale de la classification supervisée per-pixel (0.67).

Cependant, pour la classification orientée objet non-supervisée, il a fallu faire plusieurs segmentations de l'image tout en variant le paramètre MVD afin de retenir celles qui ont produit des segments homogènes et significatifs. Seules, les segmentations (MVD=15 et MVD=150) ont pu produire des segments significatifs dans la présente étude. La classification avec l'algorithme DBSCAN a permis de classer la majorité des habitats avec une bonne précision (indice de Kappa 0.86), notamment parmi les habitats phytiques (Jonchaie, Spartinaie, Sarcocornaie, Scirpaie, Pelouse humide, Lit aquatique estuarien, Formation de Rétame, Cultures, Forêts), qui présentent de grandes affinités spectrales, comme l'a montré la Figure 4.

Cette classification a également facilité la discrimination entre les habitats humides aphytiques (vasière/sablière et plage sableuse), qui présentent une certaine similarité spectrale, ainsi qu'entre habitats non humides (dunes et bâti), également similaires. Malgré cette pertinence de l'approche adoptée, trois polygones n'ont pas pu être classés et sont considérés comme 'bruit', vu qu'ils présentent chacun des caractères uniques. Le travail de terrain a permis de reconnaître ces polygones au sein de la zone humide et de les insérer dans les classes correspondantes; l'un de ces polygones représente l'eau du chenal (Fig. 7).

Dans l'étude d'inventaire et de cartographie d'habitats réalisée sur des photos aériennes de 1997, quelque 17 habitats humides ont été identifiés, mais la majorité d'entre eux n'ont pas été représentés sur la carte, car ils avaient de très faibles et des superficies avec les habitats dominants [8]. La méthode hybride, utilisée dans le présent travail, nous semble donc relativement pertinente, dans la mesure où elle a permis de représenter la mosaïque des habitats dans son intégralité.

Ce travail a permis également de calculer la superficie globale des habitats strictement humides de la Merja Zerga, qui est d'environ 3907 ha (Tableau 9), avec une prédominance (en termes de superficie) de la prairie à Sarcocornia (Sarcoconiaie), des vasière/sablière, de la jonchaie, de la pelouse humide, du lit aquatique estuarien, de la spartinaie, pour ne citer que les habitats dont l'aire totale dépasse les 200 ha.

6 CONCLUSION

Bien que la classification supervisée (per-pixel) ait offert une précision plus ou moins faible (indice de Kappa 0.67) par rapport à la classification orientée objet non supervisée (0.86), néanmoins la combinaison des deux types de classification a contribué nettement à l'obtention d'une cartographie de bonne précision. Les résultats obtenus en appliquant l'approche de classification hybride dans la discrimination des habitats d'une zone humide (reconnue par la présence d'une mosaïque d'habitats, cas de la Merja Zerga) à partir image à haute résolution spatiale mais une faible résolution spectrale (4 bandes spectrales seulement), laissent entrevoir que d'autres images, à l'instar des photos aériennes ou d'images issues de la technologie de drone peuvent également être exploitées en utilisant des approches de classifications pertinentes pour la discrimination des thèmes présentant des affinités spatiales que spectrales.

REFERENCES

- [1] M. Herold, P. Mayaux, C.E. Woodcock, A. Baccini and C. Schmullius, "Some challenges in global land cover mapping: An assessment of agreement and accuracy in existing 1 km datasets", *Remote Sensing of Environment*, 112 2538–2556, 2008.
- [2] N. Fernández, J.M. Paruelo and M. Delibes, "Ecosystem functioning of protected and altered Mediterranean environments: A remote sensing classification in Doñana, Spain", *Remote Sensing of Environment*, 114 211–220, 2010.
- [3] K.S. Willis, *Remote sensing change detection for ecological monitoring in United States protected areas*, *Biological Conservation*, 182 233–242, 2015.

- [4] C. Montes, M. Rendon- Martos, L. Verela, and M.J. Cappa: Manuel de restauration des zones humides méditerranéennes, Ministère régional de l'Environnement et l'Aménagement du territoire Espagne, 2007.
- [5] E. Hauenstein, M. Gonzalez, L. Leiva and L.Falcon, "Flora de macrofitos y bioindicadores del lago Budi (IX Region, Chile)", *Guyana Botanica*, 53- 62, 1999.
- [6] A. Rosenqvist, C.M.Finlayson, J. Lowry and D.Taylor, "The potential of long wavelength satellite borne radar to support implementation of the Ramsar Wetlands Convention", *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17, 229-244, 2007.
- [7] H. MacKay, C.M. Finlayson, D. Fernández -Prieto, N. Davidson, D. Pritchard and L.-M. Rebelo, "The role of Earth Observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands", *Journal of Environmental Management*, 90 , 2234-2242, 2009.
- [8] M. Dakki, A. Benhoussa, S. Hammada, M. Ibn Tattou, A. Qninba and M.A. El Agbani, "Cartographie des habitats naturels et de la végétation de la Merja Zerga ", Maroc-Rapport inédit. AEFCS/MedWet2, 1998.
- [9] Y.X. Hu, J.I. Huang, Y. Du, P.P Han, J.I. Wang and W.Huang, "Monitoring wetland vegetation pattern response to water-level change resulting from the Three Gorges Project in the two largest freshwater lakes of China", *Ecological Engineering*, 74, 274-285, 2015.
- [10] E.L. Hestir, S. Khanna, M.E. Andrew, M.J. Santos, J.H. Viers, J.A. Greenberg, S.S. Rajapakse and S. L. Ustin, "Identification of invasive vegetation using hyperspectral remote sensing in the California Delta ecosystem", *Remote Sensing of Environment*, 112, 4034-4047, 2008.
- [11] R.J. Zomer, A. Trabucco and S.L. Ustin, "Building spectral libraries for wetlands land cover classification and hyperspectral remote sensing", *Journal of Environmental Management*, 90, 2170-2177, 2009.
- [12] R.G. Rivero, S. Grunwald, M.W. Binford and T.Z. Osborne, "Integrating spectral indices into prediction models of soil phosphorus in a subtropical wetland", *Remote Sensing of Environment*, 113, 2389-2402, 2009.
- [13] B. Forster, "Some urban measurements from Landsat data", *Photogrammetric Engineering*, 49, 1693-1707, 1983.
- [14] L. Li, Y. Chen, X. Yu, R. Liu and C. Huang, "Sub-pixel flood inundation mapping from multispectral remotely sensed images based on discrete particle swarm optimization", *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Inc. (ISPRS)*, 101, 10-21, 2015.
- [15] K. Soudani, C. François, G. le Maire, V. Le Dante and E. Dufrêne, "Comparative analysis of IKONOS, SPOT, and ETM+ data for leaf area index estimation in temperate coniferous and deciduous forest stands", *Remote Sensing of Environment*, 102, 161-175, 2006.
- [16] G. Yanga, R. Pu, C. Zhao and X. Xue, "Estimating high spatiotemporal resolution evapotranspiration over a winter wheat field using an IKONOS image based complementary relationship and Lysimeter observations", *Agricultural Water Management*, 133, 34-43, 2014.
- [17] K. Jones, Y. Lanthier, P. van der Voet, E. van Valkengoed, D. Taylor and D. Fernández -Prieto, "Monitoring and assessment of wetlands using Earth Observation: The GlobWetland project", *Journal of Environmental Management*, 90, 2154-2169, 2009.
- [18] C.V. Johns, G. Brownstein, A. Fletcher, R.A.J. Blick and P.D. Erskine, Detecting the effects of water regime on wetland plant communities: Which plant indicator groups perform best?", *Aquatic Botany*, 123, 54-63, 2015.
- [19] M. Zohmann, J. Pennerstorfer and U. Nopp-Mayr, "Modelling habitat suitability for alpine rock ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) combining object-based classification of IKONOS imagery and Habitat Suitability Index modeling" *Ecological Modelling*, 254, 22-32, 2013.
- [20] S. Bhaskaran, S. Paramananda and M. Ramnarayan, "Per-pixel and object-oriented classification methods for mapping urban features using Ikonos satellite data", *Applied Geography*, 30, 650-665, 2010.
- [21] A.Bayed, H. Bazairi, A. Benhoussa and A. Qninba: Pêche artisanale dans la lagune de Merja, rapport pour l'administration des Eaux et Forêts et de la conservation des sols et Programme Medwet, 1998.
- [22] A. Qninba, A. Benhoussa, Mohammed-Aziz El Agbani, M. Dakki and M. Thevenot, "Etude phénologique et variabilité interannuelle d'abondance des Charadriidés (*Aves, Charadrii*) dans un site Ramsar du Maroc: la Merja Zerga", *Bulletin de l'Institut Scientifique* 28, section Sciences de la Vie, 35-47, 2006.
- [23] B. Benhoussa: Caractérisation des habitats et microdistribution de l'avifaune de la zone humide de Merja Zerga (Maroc), Thèse d'État Es-Sciences biologiques, Uni. Mohammed-V, Fac. des Sci. Agdal, Rabat Maroc, 256 pp, 2000.
- [24] H.Bazairi, A. Bayed, M. Glémarec and C. Hily, "Spatial organization of macrozoobenthic communities in response to environmental factors in a coastal lagoon of the NW African coast (Merja Zerga, Morocco)", *Oceanol. Acta*, 26, 457-471, 2003.
- [25] I. Cherkaoui and M. Lamrani Alaoui, "Caractérisation ornithologique des habitats naturels de la lagune de Merja Zerga (Maroc)", *Ostrich*, 78, 533-540, 2007.

- [26] S. Hammada: "Etudes sur la végétation des zones humides du Maroc, catalogue et analyse de la biodiversité floristique et identification des principaux groupements végétaux", Thèse de Doctorat d'Etat ès-sciences, Uni. Mohammed V-Agdal, Fac. des Sci. Rabat, 199 pp, 2007.
- [27] L. Mergaoui- Rholi: "Diagnostic d'un état de pollution organique et métallique de deux zones humides: cas de Merja Zerga et de Bas Sebou", Thèse de Doctorat en Biologie, Spécialité: Environnement, Université Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences- Dhar Mehraz- Fès Maroc, 118 pp, 2003.
- [28] H. Labbardi, O. Ettahiri, S. Lazar, Z. Massik and S. Antri, "Etude de la variation spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques caractérisant la qualité des eaux d'une lagune côtière et ses zonations écologiques: cas de Moulay Bouselham, Maroc", *Géosciences de surface (Hydrologie- Hydrogéologie)*, C. R. Geoscience, 337, 505–514, 2005.
- [29] A. Qninba, "Les limicoles (Aves, Charadrii) du Maroc: synthèse sur l'hivernage à l'échelle nationale et étude phénologique dans le site Ramsar de Merja Zerga", Doctorat d'Etat Es- Sciences Biologiques, Univ. Med V, Fac. Sci. Rabat Maroc, 197 pp, 1999.
- [30] G. Dial, H. Bowen, F. Gerlach, J. Grodecki and R. Oleszczuk, "IKONOS satellite, imagery, and products", *Remote Sensing of Environment*, 88, 23-36, 2003.
- [31] U.G. Sefercik and M. Ozendi, "Comprehensive comparison of VHR 3D spatial data acquired from IKONOS and TerraSAR-X imagery", *Advances in Space Research*, 52, 1655-1667, 2013.
- [32] J.B. Campbell, "Introduction to Remote Sensing", Guilford Press, 1987.
- [33] T.M. Lillesand and R.W. Kiefer, "Remote sensing and image interpretation", 1994.
- [34] A.D. Vibhute, Dr. Bharti and W. Gawali, "Analysis and Modeling of Agricultural Land use using Remote Sensing and Geographic Information System: a Review", *International Journal of Engineering research and Applications (IJERA)*, 3(3), 081-091, 2013.
- [35] A. Asmala, "Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data", *Applied Mathematical Sciences*, 129 (6), 6425-6436, 2012.
- [36] P. Lombardo and C. J. Oliver, "Maximum likelihood approach to the detection of changes between multitemporal SAR images", *IEEE Proc.: Radar, Sonar and Navigation*, 148, 200-210, doi: 10.1049/ip-rsn:20010114, 2001.
- [37] U.C. Benz, P. Hofmann, G. Willhauck, I. Lingenfelder and M. Heynen, "Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information", *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58, 239-258, 2004.
- [38] R. Rouhi, M. Jafari, S. Kasaei and P. Keshavarzian, "Benign and malignant breast tumors classification based on region growing and CNN segmentation", *Expert Systems with Applications*, 42, 990–1002, 2015.
- [39] M. Ester, H.P. Kriegel, J. Sander, and X. Xu "A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise", *In Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'96)*, Portland: Oregon, 226-231, 1996.
- [40] H. Jiang, J. Li, S. Yi, X. Wang, X. Hu, "A new hybrid method based on partitioning-based DBSCAN and ant clustering", *Expert Systems with Applications*, 38, 9373-9381, 2011.
- [41] S. Mimaroglu and E. Aksehirli, "Improving DBSCAN's execution time by using a pruning technique on bit vectors", *Pattern Recognition Letters*, 32, 1572-1580, 2011.
- [42] G. Andrade, G. Ramos, D. Madeira, R. Sachetto, R. Ferreira and L. Rocha, "G-DBSCAN: A GPU Accelerated Algorithm for Density-based Clustering", *Procedia Computer Science*, 18, 369-378, 2013.
- [43] S. Rivas-Martínez, " Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique", *actas iii Congr. óptima. anales jard. bot. madrid*, 37, 251-268, 1981.
- [44] M. Jason Todd, R. Muneeppeerakul, D. Pumo, S. Azaele, F. Miralles-Wilhelm, A. Rinaldo and I. Rodriguez-Iturbe, "Hydrological drivers of wetland vegetation community distribution within Everglades National Park, Florida", *Advances in Water Resources*, 33, 1279-1289, 2010.
- [45] J.C. Farinha, L.T. Costa, G. Zalidis, A. Mantzevelas, E. Fitoka, N. Hecker and T. Vives: "Mediterranean Wetland Inventory, Habitat Description System", Volume III, 1996.
- [46] F. Wang and Y. Jun Xu, "Development and application of a remote sensing-based salinity prediction model for a large estuarine lake in the US Gulf of Mexico coast", *Journal of Hydrology*, 360, 184-194, 2008.
- [47] A. A. Aldabaa, D. C. Weindorf, S. Chakraborty, A. Sharma and B. Li, "Combination of proximal and remote sensing methods for rapid soil salinity quantification", *Geoderma*, 239-240, 34-46, 2015.

Improvement of Systems Response of a PID Controller in Underdamped Condition

Wahidul Hasan¹, Sajib Chakraborty², S. M. Salim Reza³, K. M. Salim¹, and M. A. Razzak¹

¹Department of Electrical & Electronic Engineering, Independent University, Bangladesh, Dhaka, Bangladesh

²Department of Electrical & Electronic Engineering, University of Science & Technology Chittagong, Bangladesh

³Faculty of Science & Technology, Bangladesh University of Professionals (BUP), Dhaka, Bangladesh

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

ABSTRACT: In control system design it is difficult to ascertain the appropriate value of controller gain. Generally a high gain value causes an excessively oscillatory response with the possibility of instability, while a low gain value produces a slow system response. The desired optimal response is a value of gain that produces a quick system response with minimal steady state error and oscillation; this paper investigates various steps to get this system response. The main objective of this proceeding is to achieve unit step response curve of the designed system which exhibits a maximum overshoot of no more than 15%. To check the system response for reducing maximum overshoot, the system has been controlled via a PID Controller with Variable Plant Transfer Function. The proposed controller is mathematically designed and modeled with MATLAB, and the results are presented to confirm the PID controller effectiveness. Furthermore, the proposed approach is fairly simple for implementation in real time.

KEYWORDS: PID controller, Overshoot, step response, transfer function, Routh's Criterion.

1 INTRODUCTION

Overshoot refers to an output exceeding the desired, steady-state value. For a step input, the percentage overshoot (PO) is the ratio of the overshoot compared to the input. In the case of the unit step, the overshoot is just the maximum value of the step response minus one. With the use of PID controller, it can be observed that the transient response and value of damping ratio increases without affecting steady state error. As damping ratio increases, the maximum overshoot decreases, so by using PID controller it is possible to decrease maximum overshoot without affecting the steady state error.

The PID control scheme is named after its three correcting terms, whose sum constitutes the manipulated variable (MV). The proportional, integral, and derivative terms are summed to calculate the output of the PID controller [1]. Defining $u(t)$ as the controller output, the final form of the PID algorithm is:

$$u(t) = Mv(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

Tuning a control loop is the adjustment of its control parameters (proportional band/gain, integral gain/reset, derivative gain/rate) to the optimum values for the desired control response. Stability is a basic requirement, but beyond that, different systems have different behavior, different applications have different requirements, and requirements may conflict with one another [2], [3]. PID tuning is a difficult problem, even though there are only three parameters and in principle is simple to describe, because it must satisfy complex criteria within the limitations of PID control. There are accordingly various methods for loop tuning, and more sophisticated techniques are the subject of patents; this section describes some traditional manual methods for loop tuning. If the PID controller parameters (the gains of the proportional, integral and

derivative terms) are chosen incorrectly, the controlled process input can be unstable, i.e., its output diverges from the desired output, with or without oscillation, and is limited only by saturation or mechanical breakage. Instability is caused by excess gain, particularly in the presence of significant lag. Generally, stabilization of response is required and the process must not oscillate for any combination of process conditions and set points [3]. The control provided by the 'P' term in a PID controller is proportional to the amount of error in a system. The 'I' term is proportional to the accumulated error in a system, and generally introduces a lag in the system. This lag eliminates the offset introduced by the P-action. The 'D' term is proportional to the rate of change of the error, and introduces a lead in the system. This lead will eliminate any lag that has been introduced by the I-action. Thus holistically, a PID controller will balance itself [4], [5], [6], [7]. In this paper firstly the PID Controller will be explained with its objective function for optimization. Next we will describe the genetic algorithm principles and after that define how the PID Controller will be used in dynamic system.

2 CONTROL SYSTEM

The basic idea behind a PID controller is to read a sensor, then compute the desired actuator output by calculating proportional, integral, and derivative responses and summing those three components to compute the output. Before defining the parameters of a PID controller, let us first define what a closed loop system is and some of the terminologies associated with it. In a typical control system, the process variables are the system parameters such as temperature (⁰C), pressure (psi), or flow rate (liters/minute) which are required to enact a control action [8]. A sensor is used to measure the process variables and provide feedback to the control system. The set point is the desired or command value for the process variable, such as 100 degrees Celsius in the case of a temperature control system. At any given moment, the difference between the process variable and the set point is used by the control system algorithm (compensator), to determine the desired actuator output to drive the system (plant) towards the desired set point. In many cases, the actuator output is not the only signal that has an effect on the system. For instance, in a temperature chamber there might be a source of cool air that sometimes blows into the chamber and disturbs the temperature. Such a term is referred to as disturbance. We usually try to design the control system to minimize the effect of disturbances on the process variable. This entire process is called closed-loop control [6], [7], [8].

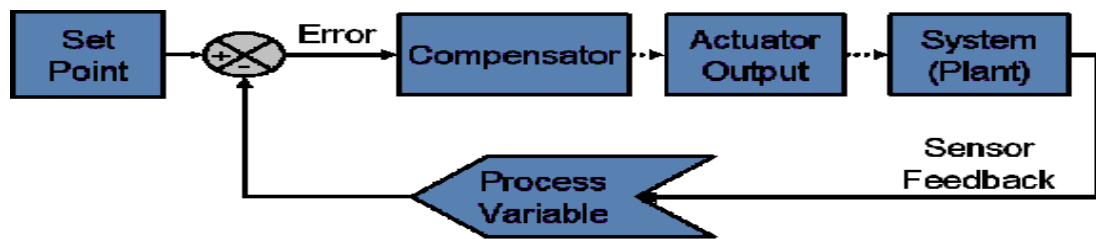


Fig.1. Block diagram of a typical closed loop system

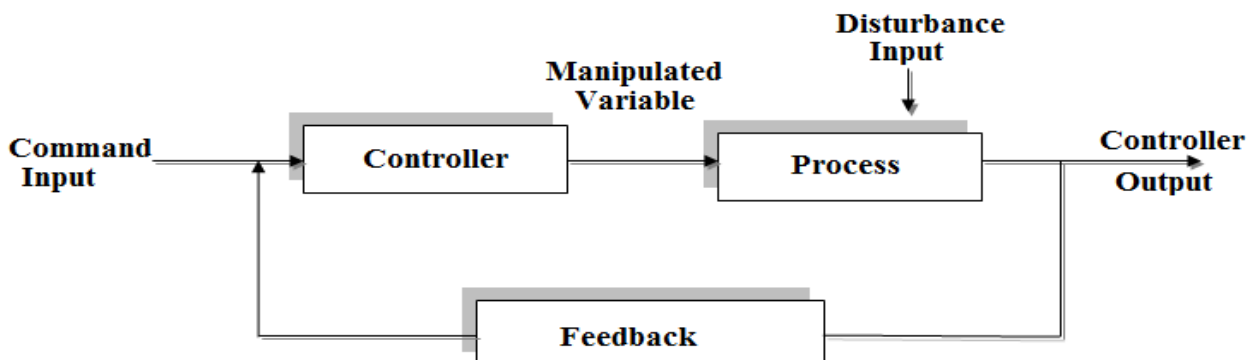


Fig.1.1 Process variable block with Disturbance input

3 CONTINUOUS PID CONTROLLER

The three controllers when combined together can be represented by the following transfer function.

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (2)$$

This can be illustrated below in the following block diagram.

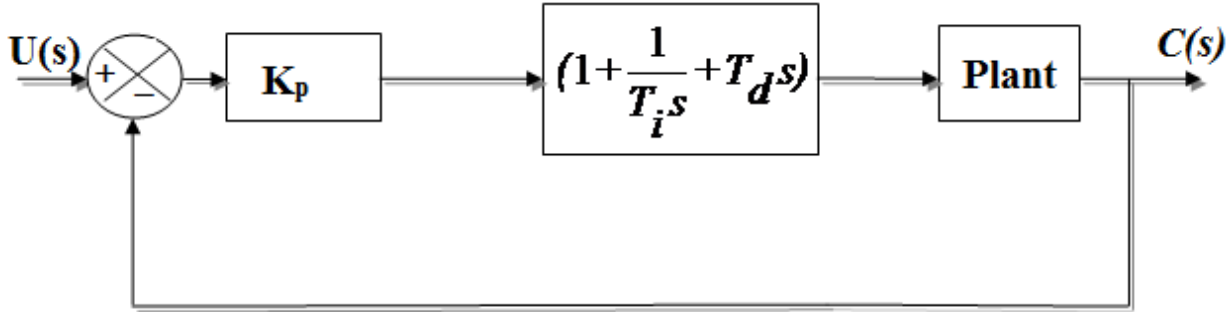


Fig.2. Block diagram of Continuous PID Controller

What the PID controller does is basically is to act on the variable to be manipulated through a proper combination of the three control actions that is the P control action, I control action and D control action. The P action is the control action that is proportional to the actuating error signal, which is the difference between the input and the feedback signal. The I action is the control action which is proportional to the integral of the actuating error signal. Finally the D action is the control action which is proportional to the derivative of the actuating error signal. With the combination of all the three actions, the continuous PID can be realized. This type of controller is widely used in industries all over the world [9], [10].

4 DESIGNING PID PARAMETERS

If any plant not depends on integrators or dominant complex conjugate poles at that time unit step response of the plant will be S-shaped. On that particular situation Zeigler-Nichols first rule have to be applied; first method is based on the step response of the plant. But Zeigler-Nichols second method is applied when the output shows sustained oscillation [8], [10]. From the response below, the system under study is indeed oscillatory and hence the Z-N tuning rule based on critical gain (K_{cr}) and critical period (P_{cr}). The system under study above has a following block diagram.

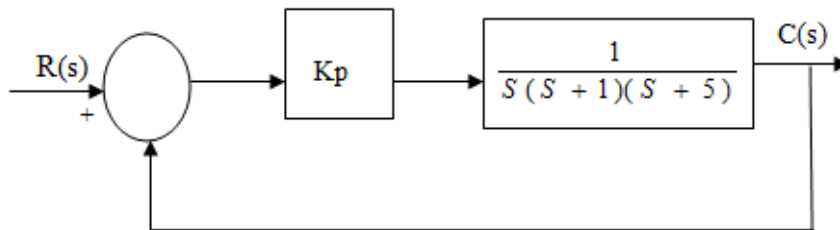


Fig.3. Block Diagram of Controller and Plant

Since the $T_i = \infty$ and $T_d = 0$, this can be reduced to the transfer function of:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K_p}{S(S+1)(S+5) + K_p} \quad (3)$$

The value of K_p that makes the system marginally stable, so that sustained oscillation occurs, can be obtained using Routh's Stability Criterion. The characteristic equation for the closed-loop system is:

$$s^3 + 6s^2 + 5s + K_p = 0 \tag{4}$$

From Routh's Stability Criterion, the value of K_p that makes the system marginally stable can be determined as follows:

1	5
6	K_p
$30 - K_p/6$	
K_p	

Observing the coefficients of the first column, it can be seen that sustained oscillation will occur if $K_p = 30$. Hence the critical gain $K_{cr} = 30$. Setting $K_p = K_{cr}$, the characteristic equation becomes:

$$s^3 + 6s^2 + 5s + 30 = 0 \tag{5}$$

$$s^3 + 6s^2 + 5s + K_p = 0$$

The frequency of the sustained oscillation can be determined by substituting the s terms with $j\omega$ term. Hence the new equation becomes:

$$(j\omega)^3 + 6(j\omega)^2 + 5(j\omega) + 30 = 0 \tag{6}$$

This can be simplified to

$$6(5 - \omega^2) + j\omega(5 - \omega^2) = 0 \tag{7}$$

From the above simplification, the sustained oscillation can be reduced into: $\omega^2=5$ or $\omega=\sqrt{5}$. The period of the sustained oscillation, P_{cr} , can now calculated as:

$$(P_{cr}) = \frac{2\pi}{\sqrt{5}} = 2.8099$$

The Ziegler-Nichols Second Frequency Method [6-8] table, shown below, gives suggested tuning parameters for various types of PID controllers based on the critical period.

Table 1. Recommended PID Value Setting

Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	0.5 K_{cr}	∞	0
PI	0.45 K_{cr}	(1/1.2) P_{cr}	0
PID	0.6 K_{cr}	0.5 P_{cr}	0.125 P_{cr}

Hence from the above table, the values of the PID tuning parameters K_p , T_i and T_d is as follow:

$$K_p = 0.6 \times 30 = 18$$

$$T_i = 0.5 \times 2.8099 = 1.405$$

$$T_d = 0.125 \times 2.8099 = 0.351$$

The transfer function of the PID controller with all the parameters is given as:

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

$$= 18 \left(1 + \frac{1}{1.405s} + 0.35124s \right)$$

$$= 6.3223 \left[\frac{(s + 1.4235)^2}{s} \right]$$

From the above transfer function, we can see that the PID controller has pole at the origin and double zeroes at $s = -1.4235$. The block diagram of the control system with PID controller is as follows.

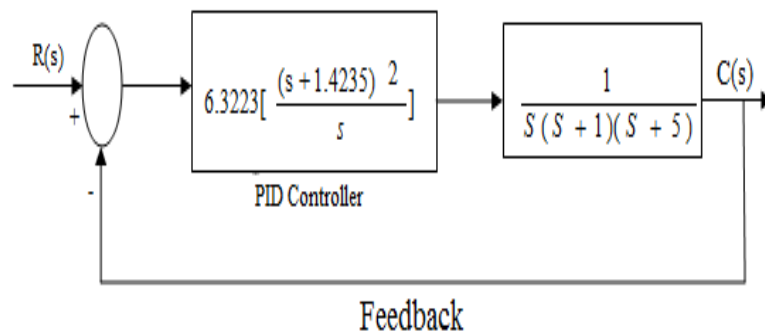


Fig.4. Close Loop Transfer function

The above system can be reduced to single block using MATLAB function. Below the simplified system is given.

$$\frac{num}{den} = \frac{6.3223s^2 + 17.999s + 12.8089}{s^4 + 6s^3 + 5s^2}$$

The block diagram of reduced system is shown in Fig.5.

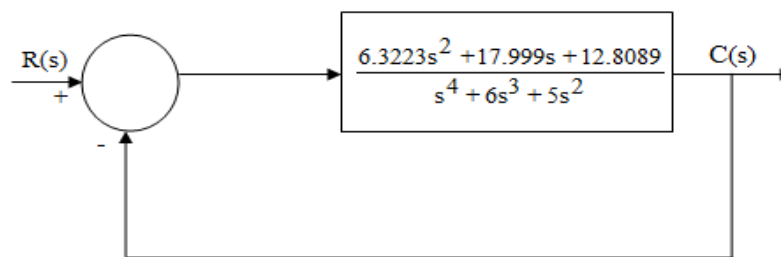


Fig.5. Simplified reduce System

The overall function with its feedback can be calculated as:

$$num = 6.3223s^2 + 17.999s + 12.8089$$

$$den = s^4 + 6s^3 + 11.3223s^2 + 17.999s + 12.8089$$

The unit step response of the overall feedback function is shown in Fig.6.

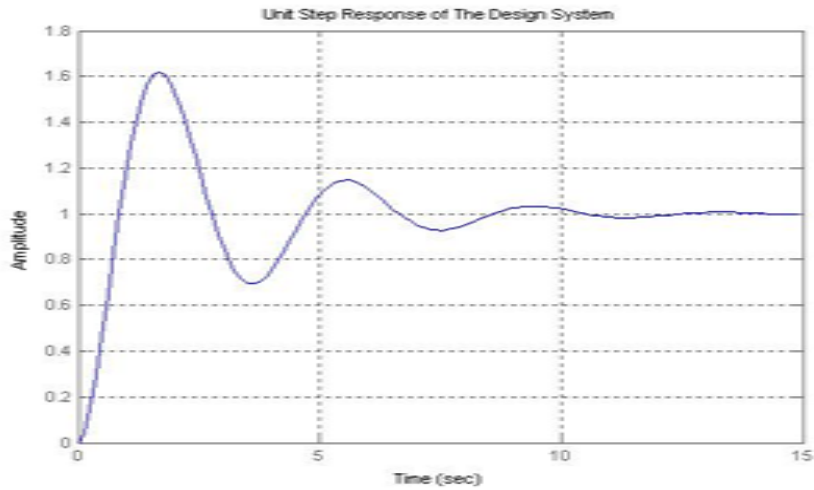


Fig.6. Unit Step Response of the Designed System

From the above diagram, the response of the system can be analyzed. The following parameters are needed to completely determine the system:

- Delay time, t_d
- Rise time, t_r
- Peak time, t_p
- Maximum Overshoot, M_p
- Settling time, t_s

The delay time, t_d , of the above system, which is the time taken to reach 50% of the final response time, is about 0.5 sec. The rise time, t_r , which is the time taken to go from 5% to 95% of the final value, is about 1.75 sec. The Peak time, t_p , which is the time taken for the system to reach the first peak of overshoot, is about 2.0 sec. The Maximum Overshoot, M_p , of the system is approximately 61.7%. Finally the Settling time, t_s , which is the time taken for the oscillations to go below +/- 5% of the steady state value, is about 10.2 sec. From the analysis above, the system has not been tuned to its optimum.

The above system can be improved by investigating the roots of the above system. The table below shows the roots (zeros and poles) and the gain of the system:

Table 2. Roots and gain of the system

Zero	Pole	K
-1.4387	-4.1327, -1.1197	6.3223
-1.4082	-0.3738 + 1.6212i	
	-0.3738 - 1.6212i	

The graphical representation of root-locus of the above system is shown in Fig.7.

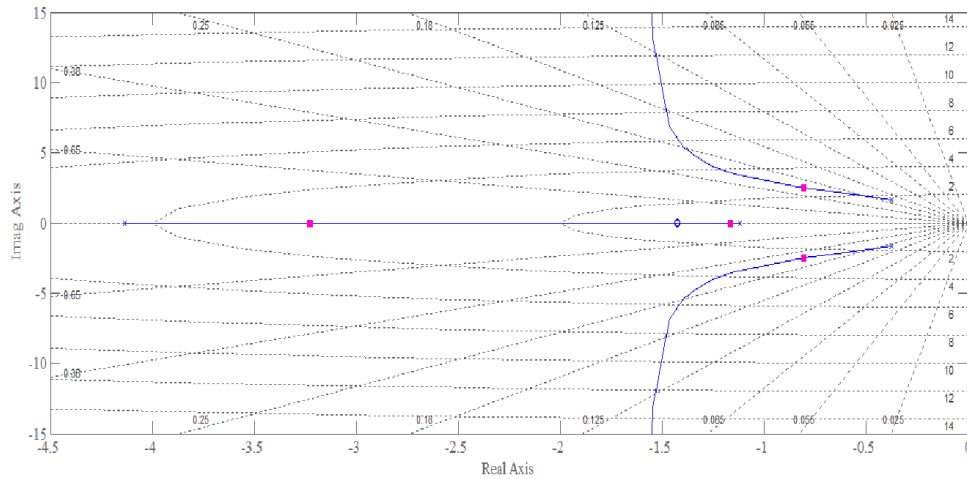


Fig.7. Root-locus diagram of the Designed System

The above result shows that the system is stable since all the poles are located on the left side of the s-plane. To optimize the response further, the PID controller transfer function must be revisited. The original PID controller has a double zero of -1.4235. By trial and error it is ascertained that $K_p = 18$, which changes the location of the double zero from -1.4235 to -0.65. The new PID controller will have the following parameters.

$$G_c(s) = 18 \left(1 + \frac{1}{3.077s} + 0.7692s \right)$$

$$= 13.846s^2 + 17.996s + 5.85s$$

The total response with a unity feedback can be calculated as follows

$$\frac{R(s)}{O(s)} = \frac{13.846s^2 + 17.996s + 5.85}{s^4 + 6s^3 + 16.846s^2 + 17.996s + 5.85}$$

The table below shows the roots for the system when $K_p = 18$:

Table 3. Roots and gain of the system

Zeros	Poles	K
-0.6499 + 0.0135i	-2.1417 + 2.0601i	13.8460
-0.6499 - 0.0135i	-2.1417 - 2.0601i	
	-1.1306, -0.5859	

The graphical representation of root-locus of the system by keeping, $K_p=18$ is shown in Fig.8.

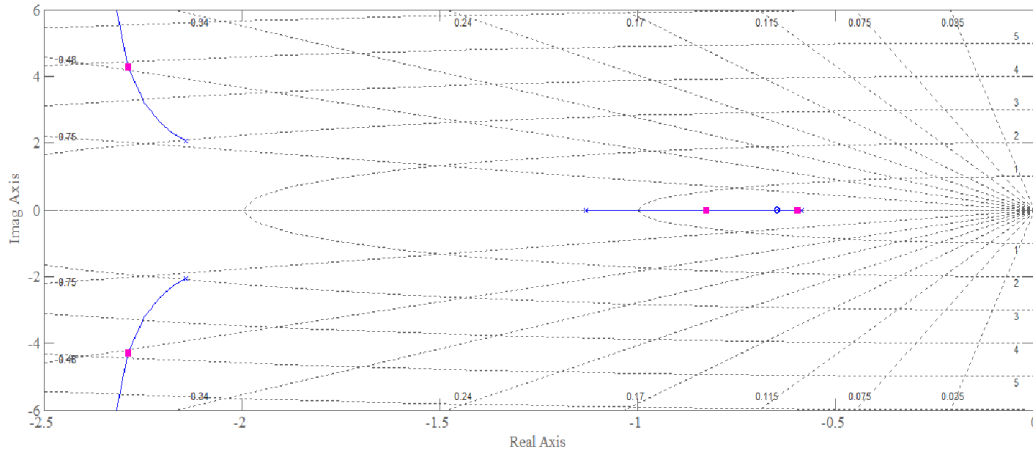


Fig.8. Root –locus diagram of the system by keeping, $K_p=18$

The unit step response of the above system is shown in the Fig.9.

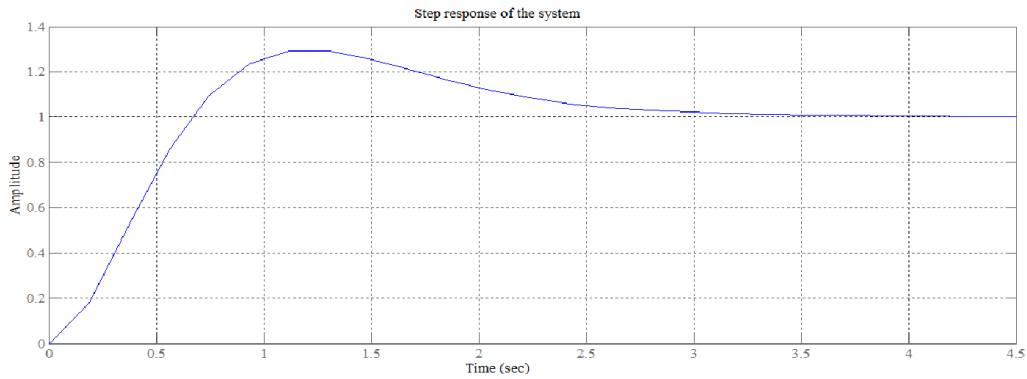


Fig.9. Unit step response of the improved System by keeping, $K_p=18$

The unit step response of the new system has improved. The Maximum Overshoot, M_p , has reduced to approximately 29.5% from 61.7%. The Settling Time, t_s , has improved from 10 sec to 4.43 sec. The Peak Time, t_p , and Delay Time, t_d , has also increased. The final amplitude has improved at the expense of the system time. The new PID parameters can be calculated as are $K_p = 18$, $T_i = 3.077$ and $T_d = 0.7692$.

To obtain improvised output than the second one, the transfer function value of 2nd PID again have to set into the Routh's Criterion formula to minimize the error, when the value of 2nd PID formulate in Routh's Criterion at that time new PID parameters can be calculated where K_p value has been increased 39.42, but keep the double zeros at $s = -0.79$. The new transfer function of the PID controller will be:

$$G_C(s) = 30.322 \frac{(s+1.4235)^2}{s}$$

Using the MATLAB command, the above function together with the plant transfer function and the unity feedback can be determined as follow:

$$G_C(s) = \frac{6.30s^2 + 10s + 12.8}{s^4 + 6s^3 + 14s^2 + 18s + 12.8}$$

The table below shows the roots for the system when $K_p = 39.42$:

Table 4. Roots and gain of the system

Zeros	Poles	K
-0.7937 + 1.1840i	-2.3513 + 0.3063i	6.3000
-0.7937 - 1.1840i	-2.3513 - 0.3063i	
	-0.6487 + 1.3623i	
	-0.6487 - 1.3623i	

The graphical representation of zeros & poles of the system by keeping, $K_p=39.42$ is shown in Fig.10.

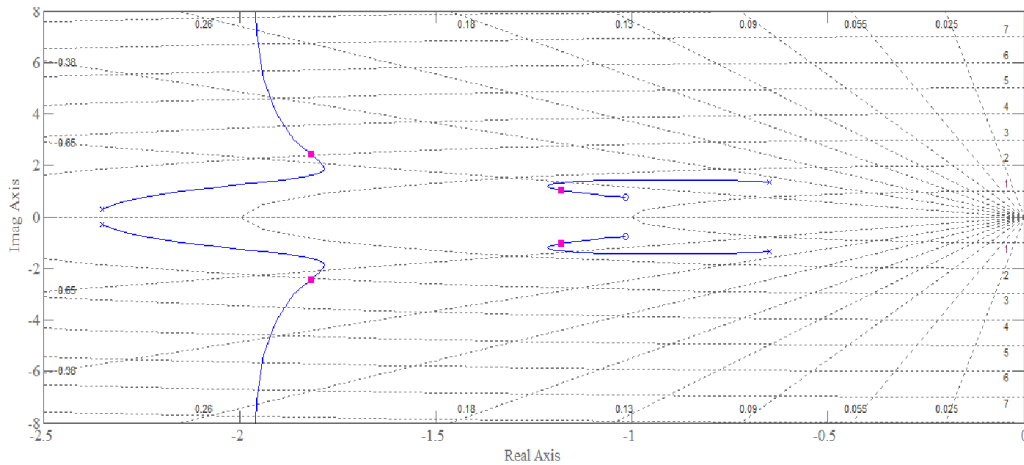


Fig.10. Root –locus diagram of the system by keeping, $K_p=39.42$

The unit step response of the above system is illustrated in the Fig.11.

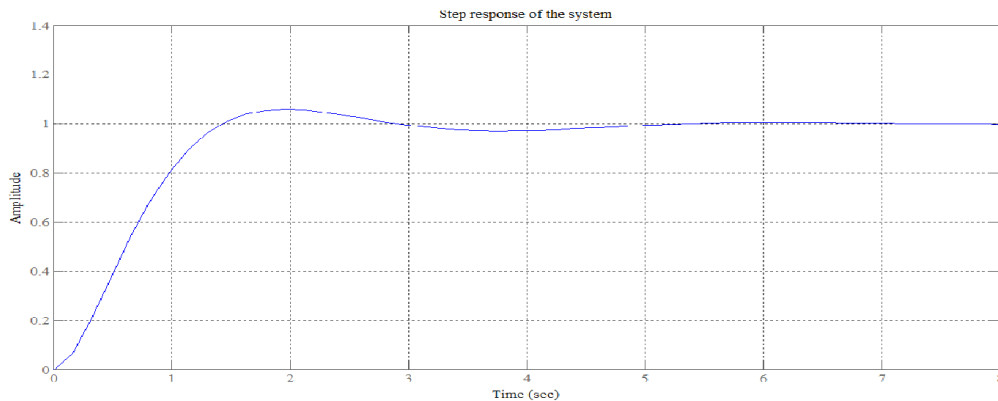


Fig.11. Unit step response of the improved System by keeping, $K_p=39.42$

From above graph it is observed that the final system response has improved moderately. The Maximum Overshoot, M_p , has reduced to approximately 12%. The Settling Time, t_s , has improved from 4.5 sec to 3.43 sec. The Peak Time, t_p and Delay Time, t_d has increased. The final amplitude has improved at the expense of the system time. The unit step response of systems at $K_p=30, K_p=18$ and $K_p=39.42$ are illustrated in Fig.12. The following figure is confirmed the effectiveness of the designed PID controller that is in $K_p=39.42$, the results of the experiments showed that the proposed approach with the modified transfer function can significantly improved the system response in under damped condition.

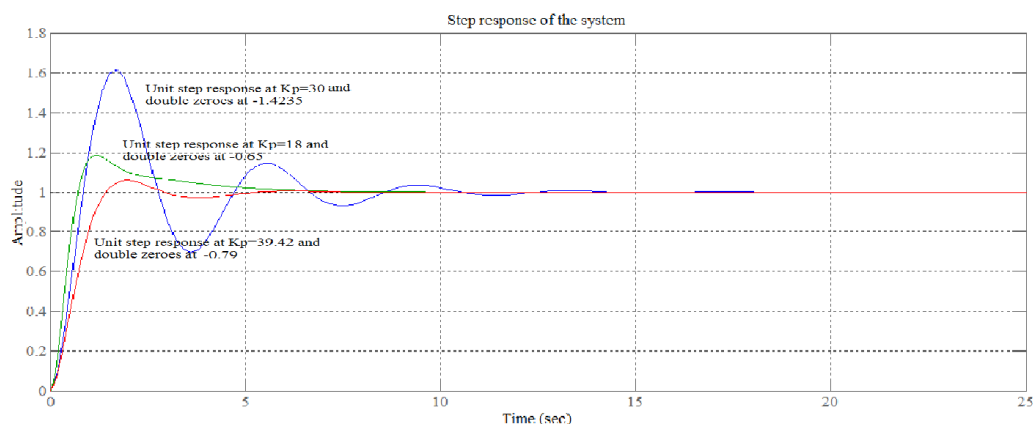


Fig. 12. Unit step response of systems at $K_p=30, K_p=18, K_p=39.42$

5 CONCLUSION

The original PID system has almost 60% of maximum overshoot, as can be seen in Figure 6, so it's not a flexible system response. For a stable and smooth system, the maximum overshoot should be kept under 30%. Using Ziegler-Nichols theory, followed by trial and error, various systems responses were checked by MATLAB. The results show that the system has improved. The Maximum Overshoot, M_p has decreased to about 12%. This is acceptable since the Maximum Overshoot allowable is less than 25%. The Settling Time, t_s , the Peak Time, t_p , and Delay Time, t_d , has improved. From Routh table and comparison graph of the system it can be optimized that system response of PID controller in under damp condition has improved further than by just using the Ziegler-Nichols estimating theorem where all calculations and response found using MATLAB.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank Mr. Md. Mehedi Hasan (Assistant professor, Department of Electrical & Electronic Engineering, University of Science & Technology Chittagong) for his technical assistant.

REFERENCES

- [1] J. G. Juang, L. H. Chien, and F. Lin "Automatic Landing Control system Design Using Adaptive Neural Network and Its Hardware Realization" IEEE SYSTEMS JOURNAL, VOL. 5, NO. 2, JUNE 2011.
- [2] S. K. Mallick and M. A. Khan "Study of the Design and tuning methods of PID Controller based on Fuzzy logic and Genetic algorithm", Department of Electronics and Communication Engineering National Institute of Technology, Rourkela May, 2011.
- [3] N. Thomas, Dr. P. Poongodi "Position Control of DC Motor Using Genetic Algorithm Based PID Controller" Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol II WCE 2009, July 1 - 3, 2009, London, U.K.
- [4] S. M. G. Kumar, R. Jain, N. Anantharaman, V. Dharmalingam and K.M.M. Sheriffa "Genetic Algorithm Based PID Controller Tuning for a Model Bioreactor" INDIAN CHEMICAL ENGINEER Copyright ©2008 Indian Institute of Chemical Engineers Vol. 50 No. 3 July-September 2008, pp. 214-226.
- [5] <http://www.ni.com/white-paper/3782/en/>
- [6] J.J. Dazzo, C.H. Houpis, Linear Control System Analysis and Design, Conventional and Modern, Fourth Edition, McGraw Hill, International Edition 1995.
- [7] K. Ogata, Modern Control Engineering, Fourth Edition, Prentice-Hall of India, Eastern Economy Edition, June 2002.
- [8] S. Khan, Systems and Control, Third Edition, Sixth Reprint, ISBN: 978-984-33-3561-6, Dhaka, Bangladesh, March 2015.
- [9] J.R. Huey, L. K. Sorensen and E. Singhose, "Useful applications of closed-loop signal shaping controllers", Control Engineering Practice, Vol. 16, pp. 836-846, (2008).
- [10] K. J. Åström and T. Häggglund, "PID Controllers: Theory, Design and Tuning", ISA Publishers, Research Triangle Park, NC.

Implication of Dowry on the Women of Bangladesh

Arobia Khanam¹, Monsoor Taslima², and MS Islam³

¹Lecturer (Law), School of Social Science Humanities and Languages, Bangladesh Open University, Gazipur-1705, Bangladesh

²Professor, Department of Law, University of Dhaka, Bangladesh

³Lecturer, School of Agriculture and Rural Development, Bangladesh Open University, Gazipur-1705, Bangladesh

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

ABSTRACT: Bangladesh is a developing country. In our country there are many kinds of undesirable customs. Dowry is one of them. Because of this evil practice the brides have to give huge amount of money, furniture, ornament and many other things to the bridegroom which is against our Islamic law and public interest. That's why it has drawn my attention, though many researchers have done huge works in this regard.

The purpose of my research work is to find out consequences of dowry, the process of removing the dowry and establish equal rights of men and women. In doing so I have found that many women think that they are giving dowry so that they can lead a happy conjugal life.

Besides they think that if they cannot give dowry at the time of marriage their marriage will not be solemnized. Though solemnized marriage will be dissolved for want of dowry.

It is a matter of regret that in spite of remarkable development of women in different sectors they cannot exercise their rights properly because of this evil practice to some extent.

After concluding my work within 47 interviewers (university students) representing their families I have found that 30% of that can't think marriage without payment of dowry, 4% think dowry is being used as a means of enriching themselves, Dowry is a condition precedent of the marriage seems about 26% . 2% of my study mentioned that dowry is increasing because of lack of Islamic knowledge. Surprisingly 38% comments that marriage dissolved due to nonpayment of dowry. Giving and taking dowry is prevailing in our society for want of well bred or well education, lack of Islamic knowledge and laws regarding their right. Lastly I want to say because of patriarchy society it is increasing. So I recommend that attitude, mentality, thinking, views of men should be changed. Everybody should grow up with this mentality that women have same the right as men in all spheres of life. They cannot be deprived. Morality and ethics should be strong. Family education is needed alongside institutional education in order to change the mentality of our patriarchy society.

KEYWORDS: Dowry, Islam, Al-Quran, Patriarchy, Law etc.

1 INTRODUCTION

In many societies in our Bangladesh many undesirable customs exist. Dowry system is one of the worst practices. It is not such types of practice for which there is any religious sanction but continues in Bangladesh now a days.

It is not under Islamic law rather it has lowered the status of the women in our society. Because of this practice, women are not getting their equal right or exercising their equal right. This problem has drawn my attention because it is a great social problem which has grave dimension in recent year and all attempts for the solution of the problem have not produced desired result. Due to unfulfilment of dowry demand many women die at the hand of their husband, whereas in Islam, marriage is considered as a sacred bond, that is why peaceful and happy relationship is being shattered.

The custom of giving and taking dowry is not part of Islam, though it actually seems to be on the increase among several Muslim cultures. It is such a type of practice which has never been sanctioned by Islam and statutory law Dowry Prohibition Act 1980

The concept of dowry seems to be an imitation of ancient Hindu culture in which daughters are not given any share in the family property but were given a payment part of which might be in the form of household goods as a measure of compensation. This is totally Un-Islamic. It is an insulting practice. Among the Hindus it has been considered to be *kanyadaan* that is the gift of the daughter. Hindu marriage is not complete until or unless, 'bridegroom is given *varadakhshina* in the form of cash or kind. Basically that was out of love and affection.

Besides, articles were given to the bride which constituted *stridhan* that is the property of the bride. In course of time, these two aspects of Hindu marriage assumed the name of dowry [1]. The concept of dowry has not only spread rapidly among the Hindus also to the other communities like Muslims.

Muslim community in Bangladesh inherited the menace from the Hindu society which gives 'pon' during the daughter's marriage since she does not inherit her father's property. In several parts of our country Muslims had been less influenced by Hindu manners and customs.

According to [Encyclopedia] dowry is defined as a term denoting the property, whether real or personal that a wife brings to her husband on marriage [2].

Women are recognized by Islam as a full and equal partner of man in the procreation of human kind.

To this equal partnership in the reproduction of human kind Allah says- 'mankind verily I have created you from a single pair of a male and female and made you into nations and tribes and so that you may know each other [3].

In the Holy Quran, Allah said 'give the women their dowry as a free gift but if, they by their own pleasure, remit any part of it to you take it and enjoy it with good cheer. '

Moreover, it has been stated in the Holy Quran, Let them arise out of you.

A band of people

Inviting to all that is good.

Enjoining what is right.

And forbidden what is wrong.

They are the one to attain felicity [4].

So it is seen that the dowry system is not recognized in Islamic law. Muslim women were supposed to be protected by dowry but they are the victims of dowry. The status of women is an important factor affecting overall development of a country. This spectrum of people to the prospective grooms from higher classes of the society willingly gave dowry to the prospective grooms from higher classes of the society to become a part of that class [5].

Though the concept of dowry is not recognized in the religion but has spread into it [6]. The main purpose of this research is to find out the consequences of dowry, the process of removing the dowry, to create awareness among the people to strengthen the Islamic and statutory law regarding their rights and thereby establish a balanced and improved society.

2 METHODOLOGY

The data for the present study actually has come from the field survey. In 2013 9th December I went to Leading University at Bandor Thana, Sylhet district in order to conduct the research individually, I selected 47 students of law department who represented their families. By adopting quantitative method, I made some questionnaire and delivered the questionnaire among the students in order to find out their views and thinking regarding the dowry problem. For this reason I stayed there for 4 days. On the basis of the following Questionnaire I have conducted the research

a) Yes b) No

20. Apart from the govt. measure there are many others non govt. organization to tackle this problem. But why they can not succeed?

Make comments.....

21. Do you think that by giving or taking dowry actually they are becoming happy?

a) Yes b) No

22. As, different kinds of govt. measures or non govt. measures have failed to tackle this problem. so in this present circumstances what kinds of measures do you support?

Explain.....

23. Do you think that more proactive measures or approach should be taken for the elimination of dowry?

a) Yes b) No

25. Can you recollect any recent step that the govt. has taken to stop the violence of the evil practices?

Mention.....

Signature of the Interviewer

Signature of the Interviewee

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

The present research work is based on empirical study and survey that revealed the following results and impacts mentioned below and also expressed through piechart and table. The result of my study was very ridiculous because maximum women think that they are giving dowry so that they can live with her husband house safely and with honor. Minnat Ali (in his story Mia barirgolpa) parents gave as dowry 8 carat gold and 2000 tk. to the husband in order to bear the educational expenses. Their idea was that their daughter will lead a happy conjugal life [7]. A study made by the BARD a non govt. organization in early sixties shows that before 1935, the Muslim groom's family never demanded dowry from the bride family. However at present Muslim society in Bangladesh no longer lag behind the Hindu community. Dower has become a custom essential in all marriages [8]. 30% women cannot think their marriage without payment of dowry whereas it is stated in the Quran that 'Give the women (on marriage) their dower as a free gift' [9]. Besides, 4% women think that dowry system in being used as a means of enriching themselves. Even poor men are taking this chance of exploiting the bride's family to improve their fate from poverty and unemployment [10]. Which is against the verses of the Quran and at the same time discriminatory because of sex. My study reveals 26% women think that dowry is a condition precedent of the marriage. Prospective grooms and their families demand large sum of money or property from the bride's family as a precondition to the marriage agreement [11]

My study reveals that 2% women think dowry is increasing because of lack of Islamic knowledge or not following Islamic rules and regulation properly, though Quran indicates that women have similar rights as men according to what is equitable [12]. Moreover my study reveals that 38% marriage has been broken due to nonpayment of dowry. There are reports that marriage has been broken due to failure to meet the demands of bridegroom party [13]

Sl.No.	Opinion of women	Number	Percentage
1.	Can't think marriage without payment of dowry	14	30
2.	Dowry is being used as a means of enriching themselves.	2	4
3.	Dowry is a condition precedent of the marriage	12	26
4.	Dowry is increasing because of lack of Islamic knowledge.	1	2
5.	Marriage dissolved due to non payment of dowry.	18	38
	Total =	47	100

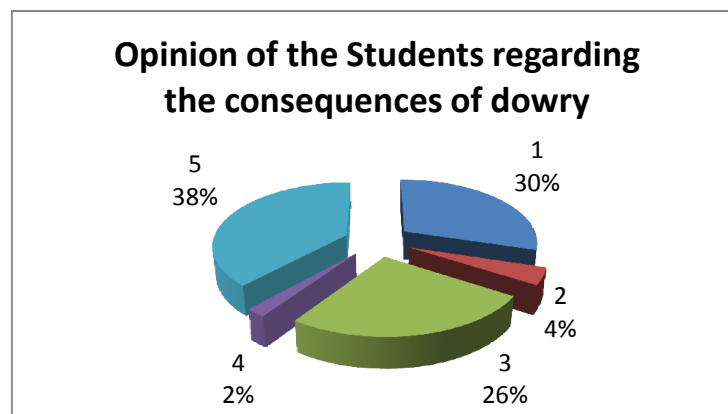


Fig. 1. Shows that various percentages opinion regarding dowry system

4 CONCLUSIONS

It is a matter of regret that despite different kinds of achievement in the field of women development dowry related violence is increasing in a very alarming way, though in the Holy Quran Almighty Allah said that women have similar right as men, according to what is equitable and treated men and women as complementary with each other. But the real picture of society is not showing this because of lack of Islamic knowledge, consciousness, and lack of knowledge regarding their right established by statutory law.

By practicing this custom women are being deprived to exercise their equal right. Besides, now a days women are more highly educated than man ,so why they do not think women as their equal partner, why they do not think women as their good friend, it may be because of patriarchy society.

How long it will be continued? How many women will become the victim of the evil practice whereas women were supposed to be protected by dower. Culture of demanding dowry from the bride’s family are actually practicing the opposite of what Allah has commanded because of unconsciousness. Islamic law has laid emphasis upon equal status, fairness and kindness.

Despite anti dowry law, it is increasing because of lack effectiveness or implementation. If we can’t solve this problem, we will not be able to ensure equal rights between men and women. By solving this problem I want to establish a balanced and improved society because dowry system is not only against our Islamic law but also it has lowered the status of the women in our society.

For this reasons following recommendations may be taken into account-

1. Attitude of patriarchy society should be changed, women should be considered as equal partner, and for this reason well education or well bred is needed. alongside institutional education. Children should grow up with this mentality that no body is superior ,men and women are equal in all spheres life
2. Different rights of women should be enrolled in the text book of each educational stages so that they can be conscious regarding their rights.
3. Despite Quranic prohibition, many people of our society are following the practice of giving or taking dowry because of lack of Islamic knowledge so, Islamic thinkers can play a vital role in this regard, such as by going door to door of every houses or by delivering speech through media, (Radio, Television).
4. Despite anti dowry law 1980, it is increasing which indicates there is a big gap between the application law and social practice, Maximum people are not law abiding so ethics and morality should be strong. Apart from that , social movement, campaign of different NGO regarding the bad practice can play a vital role like JatioMahilaParishod in this regard.
5. Civil society can come forward to solve this problem by delivering speech regarding the bad practice through different media.

REFERENCES

- [1] Anjume, Javed 1991: XII Delhi law review 179-183 shrinivasan, pravati: The Menace of Dowry, in justice realistic In quest for Gender justice 91 Madrass 1991.
- [2] Encycleopedia Britannica 619 (1970).
- [3] Quran CF 4:1] (49:43)''
- [4] Al Quran Surah Al Imran-104.
- [5] According to Van der veenKlass w: I gave thee my daughter : A study of marriage and hierarchy among the Anavil Brahmins of south Gujarat
- [6] According to Rahman Mohammed Motiv: 'Joutuk Ain prosenghe ' 41 DLR 1989 (Journal 51-53).
- [7] Minnat Ali, Mafasalsongbat, Dhaka Mojid publishing house 1958 page 23-24
- [8] Dr. Nusrat Amin, Dowry in Bangladesh: How many more death to its end the Dhaka University studies part Fvoll.VIII(1)125-155 June, 1997.
- [9] Sura An Nissa, iv vs 4
- [10] See for details Bertocci, peter J: community structure and social rank in two villages in Bangladesh. In contribution to Indian sociology No. vi. Dee 1972. page 28-51
- [11] Violence against women A statistical very view, challenges and gaps in data collection, methodology and approaches for overcoming them expert Group Meeting organized by united nation Division for the advancement of women in collaboration with economic commission for Europe and World Health Organization 11-14 April 2005. Geneva Switzerland
- [12] Ali Abdullah Yasuf The Holy Quran Lahore 1984 page 90
- [13] Haq. Jahanara, Dowry and Mohair A social problem in Bangladesh paper presentation at the seminar on the status and legal rights of the women in Bangladesh, Dhaka December 1972.

Influence des variétés du niébé sur la biologie et la taille de la bruche « africaine », *Bruchidius atrolineatus*, ravageurs du niébé en zone sahélienne

D. A. Moumouni¹, A. Doumma¹, and M. Sembene²

¹Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Technique, BP: 10662 Niamey, Niger

²Université cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences et Techniques, Senegal

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: Study on three varieties of Cowpea to characterize the population of *B. atrolineatus* is performed. Fertility analysis shows that the local variety is more sensitive (64, 05±25, 07 eggs per female) while it remains low for TN5/78 and HTR. The rate of survival and emergence remains highest on the local and low variety for TN5-78 and HTR. The overall development time of TN5/78 adults is most important followed by HTR (34, 69±1, 71 days) and local variety (30, 69±1, 52). The discriminant analysis of the measures on males from three varieties shows that these populations differ in size. Their ranking by decreasing size rank is as follows: local variety, TN5/78 and HTR. However a genetic study may provide clarification on the characteristics of these different populations.

KEYWORDS: Biological parameters, Morphometric analysis, *Bruchidius atrolineatus*, Discriminant analysis (AFD), Cowpea varieties.

RESUME: L'étude sur trois variétés du niébé pour caractériser la population de *B. atrolineatus* est effectuée. L'analyse de la fécondité montre que la variété locale est plus sensible (64,05±25,07 œufs par femelle) alors qu'elle reste faible pour TN5/78 et HTR. Le taux de survie et d'émergence reste plus important sur la variété locale et faible pour TN5-78 et HTR. La durée de développement globale des adultes de TN5/78 est plus importante suivie de HTR (34,69±1,71 jours) et variété locale (30,69±1,52). L'analyse factorielle discriminante des mensurations fait sur les mâles issus de trois variétés montre que ces populations diffèrent entre elle par leur taille. Leur classement par rang de taille décroissant est le suivant: Variété locale, TN5/78 et HTR. Cependant une étude génétique peut apporter des précisions sur les caractéristiques de ces différentes populations.

MOTS-CLEFS: Paramètres biologiques, Analyse morphométrique, *Bruchidius atrolineatus*, Analyse factorielle discriminante (AFD), Variétés de niébé.

1 INTRODUCTION

Bruchidius atrolineatus Pic. est un coléoptère bruchidae ravageur des graines du niébé en Afrique. Il est originaire d'Afrique et présente une vaste aire de répartition qui s'étend entre 14° LN et 13° LS; du Sénégal à l'Angola à l'Ouest, de l'Erythrée au Mozambique à l'Est (Decelle, 1981). Des études sur la répartition des pontes de cette espèce de bruche réalisées dans la région de Niamey au Niger ont montré que 80 à 90 % des gousses de niébé récoltées portaient des œufs de *B. atrolineatus* (Doumma et al. 2006). Les femelles de *B. atrolineatus* peuvent pondre sur des substrats très variés allant de la gousse verte au grain mur et sec dans les stocks. Elles peuvent également pondre sur des gousses à divers stades de maturité qui représentent des substrats très différents tant par la texture que la composition chimique. D'après Alzouma (1981), près de 80 % des stocks sont perdus au bout de 8 mois de stockage. Chez les insectes séminivores, et en particulier chez les Coléoptères Bruchidae, c'est la femelle qui détermine généralement la plante hôte sur laquelle sa descendance effectuera

son développement larvaire. Des observations réalisées au Sénégal sur plusieurs espèces de bruches appartenant au genre *Caryedon* ont montré qu'il n'y a pas toujours concordance entre les possibilités de développement larvaire et le choix par la femelle de la graine sur laquelle s'effectue la ponte (Delobel *et al.*, 2000). C'est probablement par le truchement de substances allélochimiques que la femelle des Bruchidae identifie les graines qui conviendront au développement de la larve. Cependant, on observe des cas où la femelle pond dans des graines qui ne permettent pas le développement larvaire (Delobel *et al.*, 1995), voire sur des cailloux (Siemens *et al.*, 1991, Delobel *et al.*, 2000). On peut donc supposer que d'autres facteurs interviennent dans l'identification d'un objet comme support de ponte possible par les femelles. On évoque classiquement la texture de surface (Delgado *et al.*, 1997), mais la couleur, la forme ont probablement aussi leur importance. La morphométrie correspond à l'ensemble des méthodes qui permettent d'évaluer des variations phénotypiques, à travers l'analyse de la taille et de la forme. Dans le but de contribuer à la connaissance de la biologie de cette espèce d'une part et d'autre part de connaître le mécanisme de ponte et de développement de *Bruchidius atrolineatus*, nous proposons d'étudier l'effet des trois variétés du niébé sur les paramètres biologiques et morphométriques de *B. atrolineatus*.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 ORIGINE DE SOUCHE ET ELEVAGE DE MASSE DES ADULTES DE *B. ATROLINEATUS*

Les souches de *B. atrolineatus* proviennent des graines et des gousses du niébé de la campagne agricole en cours obtenues auprès des producteurs à Niamey (13° 30' 49 N et 2° 6' 35 E, zone sahélo-soudanienne). Ces échantillons sont ensuite ramenés et conservés au laboratoire dans des boîtes parallélépipédiques en plexiglass (260×130×77 cm) jusqu'à l'émergence des adultes utilisés pour l'élevage. Les adultes de *Bruchidius atrolineatus* obtenus à partir des lots conservés ont été introduits dans un bocal contenant environ 150 g des graines saines du niébé (graines conservées au minimum 10 jours au congélateur). Quarante huit heures après, les insectes sont retirés et les graines contaminées laissées en incubation jusqu'à l'émergence des adultes qui ont plus tard été utilisés pour l'expérience.

2.1.1 CONDUITE DE L'OPÉRATION

2.1.1.1 PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

La méthodologie consiste à introduit un couple de *B. atrolineatus* dans une boîte de Pétri contenant 10 graines saines de la variété locale (Taille: 7,62±0,89 mm) ou de TN5/78 (7,17±0,84 mm) ou de HTR (7,02±0,73 mm). L'expérience est répétée 20 fois pour chacune des trois variétés étudiées. Tous les jours, les graines sont renouvelées et chaque couple est transféré dans une autre boîte portant le numéro de ponte et les graines sont laissées en incubation jusqu'à l'émergence des adultes. Cette opération se poursuit jusqu'à la mort de tous les couples. Au 10e jour après la ponte (jour au cours duquel tous les œufs fertiles sont éclos), les œufs fertiles et les œufs stériles sont dénombrés. L'œuf stérile se distingue de l'œuf fertile par son aspect translucide sur une graine. Puis les graines sont conservées dans leurs boîtes jusqu'à l'émergence des adultes. A l'émergence, un suivi d'émergence des adultes est effectué et chaque jour les individus mâles et femelles émergés sont dénombrés dans chaque boîte. Le suivi d'émergence dure 14 jours. Pour déterminer la durée d'éclosion ou durée de développement embryonnaire, un suivi d'éclosion est réalisé. Premièrement des adultes de *Bruchidius atrolineatus* nouvellement émergés sont mis dans une boîte d'élevage contenant environ 150 à 200 graines saines. 24 h après les insectes sont retirées et les graines portant un seul œuf sont choisies. L'expérience consiste à repartir une graine portant un seul œuf dans une boîte de pétri. L'expérience a été répétée 50 fois pour chaque variété. Tous les jours, les 50 graines sont observées et les œufs éclos sont notés. L'œuf éclos se distingue par une tâche noire à l'intérieur de celui-ci sur une graine. Le suivi d'éclosion dure 10 jours et les œufs non éclos à ce stade sont considérés stériles. A l'issue de ces expériences, les paramètres suivants sont déterminés: La durée de vie de l'adulte, le nombre d'œufs pondus par femelle, le taux de fertilité, la durée de développement, le taux de survie larvaire, le taux d'émergence, la durée du développement embryonnaire ou durée d'éclosion.

2.1.2 TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNÉES

Pour l'analyse des données, le logiciel STAT VIEW. rar. Version 1999 a été utilisée pour le calcul des moyennes (Anova ou Mancova). Les différences de moyennes entre les différentes variétés prises deux à deux sont comparées par la plus petite différence significative au seuil de 5% (Test de Fischer, P=0.05).

2.2 ETUDE MORPHOMÉTRIQUE

2.2.1 POPULATIONS ÉTUDIÉES

Trois populations de *Bruchidius atrolineatus* ont été étudiées. Il s'agit d'une population issue de la variété locale noté L, d'une population issue de la variété TN5/78 noté T et une population de *B. atrolineatus* issue de la variété HTR noté H. L'analyse a porté au total sur 90 individus comportant 30 individus pour chaque variété.

2.2.2 CHOIX DES VARIABLES A MESURES ET CONDUITE DE L'OPERATION

Au total, pour chaque individu mâle de *Bruchidius atrolineatus*, 17 variables sont choisies. Ces 17 variables représentent essentiellement les différentes parties du corps de l'insecte. Les individus mâles ont été tués avec de l'alcool à 90°. Les spécimens sont alors lavés dans de l'eau distillée et aussitôt disséqués pour procéder aux mensurations, chaque pièce étant soigneusement séparée des pièces voisines. Il s'agit de mesure directe sur l'insecte grâce à une loupe binoculaire et un papier millimétré. Les 17 variables choisies se répartissent comme suit: La tête est représentée par quatre (4) variables qui sont la Longueur de l'antenne (Lan), la distance minimale entre les yeux ventralement (dvy), la distance minimale entre les yeux dorsalement (Lmf), et la longueur maximale de la tête (Lmt); Le thorax est représenté par neuf (9) variables qui sont la longueur du pronotum au centre (Lop), la largeur du pronotum (Lap), la plus grande dimension du femur3 (Lf3), la plus grande dimension du tibia 3 (Lt3), la longueur maximale de l'élytre (Loe), la largeur maximale de l'élytre (Lae), la plus grande dimension de la cellule radiale de l'aile postérieure (Loc), la largeur maximale de la cellule radiale (Lac) et la plus grande dimension de la coxa 3 (Lmc); L'abdomen tout comme la tête est aussi représenté par quatre (4) variables qui sont la longueur maximale du premier sternite abdominal (Los), la largeur maximale du premier sternite abdominal (Las), la longueur maximale du pygidium (Lpy), et la largeur maximale du pygidium (lpy).

2.2.3 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les analyses ont été effectuées grâce au logiciel MINITAB 16 version 2013. La méthode utilisée est l'analyse factorielle discriminante (AFD) qui combine l'analyse de variance et l'analyse en composante principale (ACP) (Philippeau, 1986). Elle permet de séparer au mieux plusieurs groupes à l'aide de plusieurs variables en effectuant une discrimination des populations définies a priori mais aussi d'affecter un individu dont l'origine est inconnue à une population donnée. L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode mathématique d'analyse des données qui consiste à rechercher les directions de l'espace qui représentent le mieux les corrélations entre variables aléatoires. Les données brutes ont été soumises à une analyse des variances totalement emboîtées. Ce test permet de constater que la distance minimale entre les yeux ventralement (dvy) et dorsalement (Lmf) ne présentent pas une meilleure discrimination. La valeur de P value pour ces deux variables est supérieure à 0,05 et sont par conséquent rejetés. L'analyse factorielle discriminante a été effectuée sur les 15 variables conservées.

3 RESULTATS

3.1 VARIATION DES PARAMETRES BIOLOGIQUES EN FONCTION DES TROIS VARIETES DU *VIGNA UNGUICULATA*.

3.1.1 VARIATION DE LA DUREE DE VIE

La figure 1 présente la variation de la durée de vie de *B. atrolineatus* en fonction des variétés. L'analyse statistique montre que la durée de vie de *B. atrolineatus* est la même quelque soit la variété. Ainsi la longévité de *B. atrolineatus* varie entre 7 à moins de 9 jours quelque soit la variété.

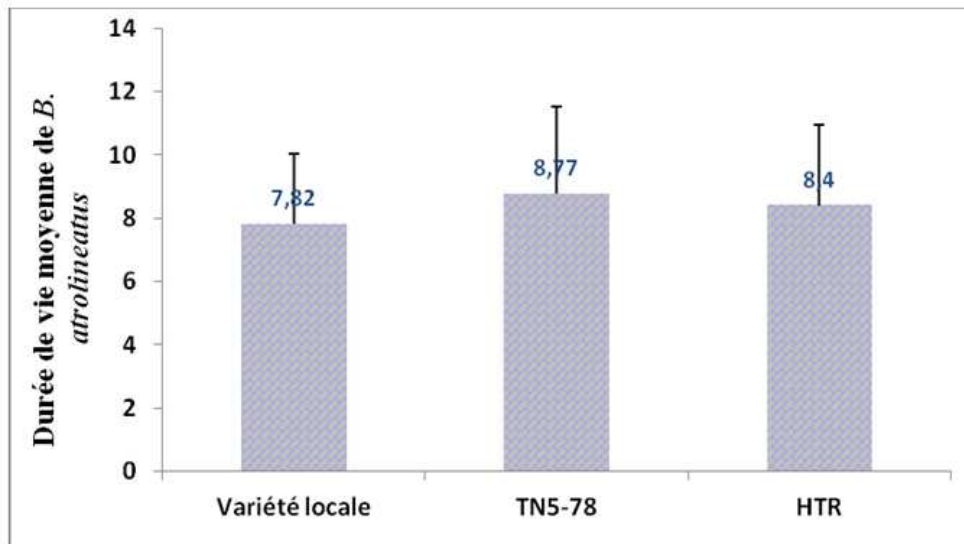


Figure 1: Variation de la durée de vie de *B. atrolineatus*

3.1.2 VARIATION DE LA FÉCONDITÉ

Chez la femelle de *B. atrolineatus*, la ponte varie considérablement en fonction des substrats de ponte (variétés) dans nos conditions d'étude (Tableau 1). L'analyse statistique montre que le nombre moyen d'œufs est significativement plus important sur la variété locale que sur les autres variétés ($P < 0,05$). La fécondité de la femelle de *B. atrolineatus* est de $64,05 \pm 25,07$ œufs sur la variété locale alors qu'elle est statistiquement identique sur TN5-78 ($24,25 \pm 19,47$) et HTR ($14,45 \pm 17,76$) (tableau 1). Cette variation de la fécondité en fonction des substrats de ponte se traduit par un taux de fertilité important. En effet, quel que soit la variété, le taux de fertilité est supérieure à 90%.

Tableau I: Nombre moyen d'œufs pondus, Nombre moyen d'œufs fertiles et taux de fertilité de *B. atrolineatus* en fonction des variétés

Type de variété	Nombre total d'œufs moyen pondus	Nombre moyen d'œufs fertiles pondus	Taux de fertilité en %
V. locale	$64,05 \pm 25,07a$	$60,80 \pm 2284a$	94,92
TN5-78	$24,25 \pm 19,47b$	$22,20 \pm 15,64b$	91,54
HTR	$14,45 \pm 17,76b$	$13,05 \pm 16,17b$	90,31

3.1.3 VARIATION DU NOMBRE D'ADULTES EMERGÉS, TAUX D'EMERGENCE ET DE SURVIE LARVAIRE DE *B. ATROLINEATUS* EN FONCTION DES VARIETES

Les résultats consignés dans le tableau 2 montrent que la différence de la fécondité observée chez cette bruche se traduit aussi par une variation du nombre moyen d'adultes émergés (Tableau 2 et 3). Ceci est dû aux taux de survie larvaire et taux d'émergence faibles. Dans nos conditions, ce taux est de 77,57%, 47,16%, 54,02% respectivement sur variété locale, TN5-78, HTR. Le taux d'émergence varie considérablement en fonction des variétés. Il est de 73,61%, 43,09%, 48,78% respectivement sur la variété locale, TN5-78 et HTR.

Tableau II : Taux d'émergence et taux de survie larvaire de *B. atrolineatus* en fonction des variétés

Type des variétés	Nombre moyen d'œufs pondus	Nombre moyen d'œufs fertiles pondus	Nombre moyen d'adultes émergés	Taux d'émergences T.E (%)	Taux de survie larvaire S (%)
V. locale	$64,05 \pm 25,07a$	$60,80 \pm 2284a$	$47,15 \pm 16,08a$	73,61	77,57
TN5-78	$24,25 \pm 19,47b$	$22,20 \pm 15,64b$	$10,45 \pm 10,39b$	43,09	47,16
HTR	$14,45 \pm 17,76b$	$13,05 \pm 16,17b$	$7,05 \pm 13,03b$	48,78	54,02

3.1.4 VARIATION DE LA DUREE DE DEVELOPPEMENT DE *B. ATROLINEATUS* EN FONCTION DES VARIETES

La durée de développement embryonnaire (DDE) est statiquement identique quelque soit la variété. Nos résultats montrent que la durée d'éclosion varie entre quatre à moins de cinq jours dans nos conditions d'étude. Quant à la durée de développement globale (DDG) de *B. atrolineatus*, elle varie en fonction des variétés (tableau 3). Elle est plus importante chez les insectes issus de TN5-78 (36,91 jours) et est statiquement différente pour tous les insectes issus des autres variétés.

Tableau III: Variation de la durée de développement de *B. atrolineatus*

Type des variétés	Durée de développement embryonnaire	Durée de développement totale
V. Locale	4,17±1,42a	30,69±1,52a
HTR	4,22±1,23a	34,69±1,71b
TN5-78	4,33±0,12a	36,91±0,54c

3.2 ANALYSE MORPHOMETRIQUE DE CES TROIS POPULATIONS AU MOYEN D'UNE ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE

3.2.1 ANALYSE DES DONNÉES BRUTES

Les résultats consignés dans les figures n°2 et n°3 présentent une analyse en composante principale des variables conservées. Un groupe des variables permet de distinguer la population issue de la variété locale étudiée. Il s'agit de la longueur maximale de l'antenne (Lan=1,57±0,19mm), de la plus grande dimension de fémur 3 (Lf3=0,91±0,12mm) et de tibia 3 (Lt3=0,81±0,12mm), de la plus grande dimension de la cellule radiale de l'aile postérieure (Loc=3,27±0,46mm), de la longueur maximale de l'élytre (Loe=1,60±0,17mm) et de la longueur maximale du pygidium (Lpy=1,56±0,27mm). La population issue de HTR se caractérise quant à elle par une variable, la longueur du premier sternite abdominale (Los). Les huit autres variables permettent de distinguer les individus issus de TN5/78. Il s'agit de la longueur maximale de la tête (Lmt), de la longueur (Lop) et largeur (Lap) du pronotum, de la largeur maximale de l'élytre (Lae), largeur maximale de la cellule radiale (Lac), de la plus grande dimension de la coxa 3 (Lmc), de la largeur du premier sternite abdominale (Las) et de la largeur maximale du pygidium (lpy). Les variables possédant globalement le plus fort pouvoir discriminant sont, par ordre de F décroissant: Lap (F=74,494), Loc (F=64,644), Lf3 (F=49,113), Lmt (F=45,691), Lt3 (F=25,794), Lac (F=16,273), Lan (F=13,691), Lpy (F=13,102), Lop (F=11,903), Lae (F=7,940), Loe (F=6,234), Lmc (F=5,800), Las (F=5,800), lpy (F=5,800) et Los (F=4,374). La probabilité de classement erroné par ces variables est inférieure à 95%. L'examen des corrélations totales entre variables montre que c'est la variable lpy (largeur maximale du pygidium) qui se trouve la mieux corrélée avec l'ensemble des autres variables (coefficient de corrélation multiple est 0,99). L'axe 1 (Horizontal) ne permet pas une meilleure séparation des différentes populations. L'axe 2 (verticale) permet de séparer au mieux la population de variété locale à celle de HTR. Globalement les individus issus de la variété locale sont plus grands suivi de ceux de TN5/78 et de HTR. La distance de mahalannobis (Distance entre le centre de gravité) entre les souches se présente comme suit:

Variété locale_TN5/78 (0,952)

Variété locale_HTR (0,948)

TN5/78_HTR (1,708).

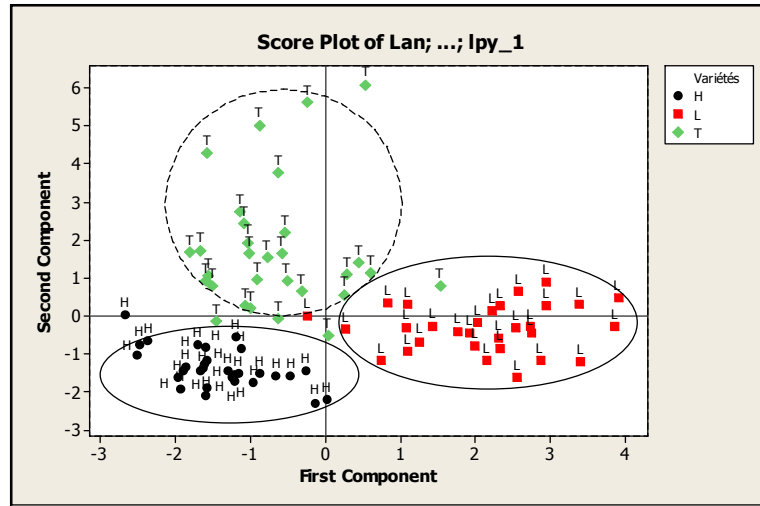


Figure 2: Représentation graphique des individus: L: Populations mâle de *B. atrolineatus* issues de la variété locale; T: Population issue de TN5/78 et H: Populations issues de HTR

(Figure 2: Graphical representation of individuals: L: male *B. atrolineatus* from local varieties populations; T: Population after TN5/78 and H: Populations from HTR)

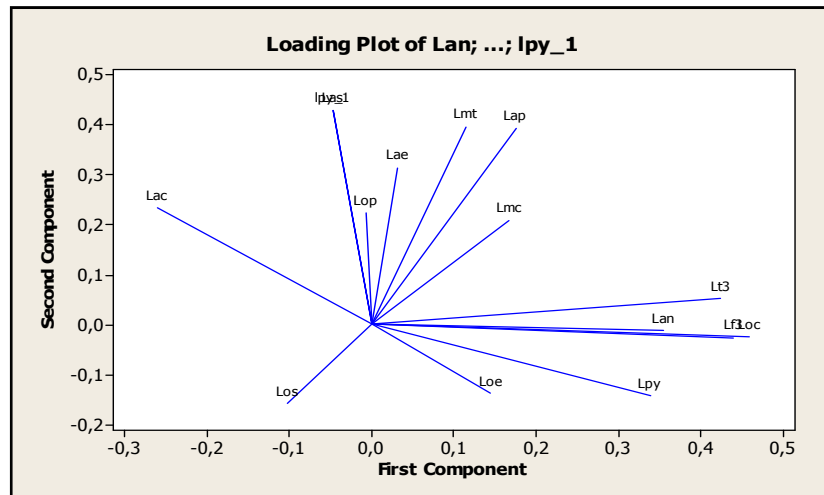


Figure 3: Représentation graphiques des variables mesurées

3.3 DISCUSSION

L'étude de certains paramètres biologiques de *B. atrolineatus* pour caractériser cette espèce de bruche a permis de constater que certains d'entre eux varient en fonction des substrats alimentaires (variétés). L'analyse des résultats sur la durée de vie montre que la longévité de *B. atrolineatus* est statiquement identique sur toutes les variétés. Cette longévité varie entre 7,9 à moins de 9 jours quelque soit la variété. Alors que la longévité de *Callosobruchus maculatus* ne dépasse guère 6 jours (Moumouni et al., 2013; Doumma, 2012) quelque soient les conditions climatiques du Niger pourtant c'est l'espèce sympatrique de *Bruchidius atrolineatus* en stockage. Chez *Callosobruchus subinnotatus*, Nyamador (2009) a trouvé une longévité moyenne pour la femelle de $11,36 \pm 1,85$ jours sur les graines de voandzou (*Vigna subterranea*). Les résultats sur la fécondité moyenne par femelle montrent que celle-ci varie en fonction des variétés du niébé. L'analyse a montré que le nombre moyen d'œufs pondus sur la variété locale est de $64,05 \pm 25,07$ œufs par femelle. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par Ofuya et al. (1995) au Nigéria. En effet ces auteurs ont trouvés une fécondité moyenne de $50,1 \pm 2,24$ œufs par femelles de *B. atrolineatus* sur *V. unguiculata* ou encore $55,9 \pm 2,13$ œufs sur *C. arietinum*. Alors que cette fécondité reste faible sur TN5-78 ($24,25 \pm 19,47$) et HTR ($14,45 \pm 17,76$). En étudiant le comportement de plusieurs variétés de niébé au Niger, Doumma et al. (2006) ont montré que toutes les variétés de niébé testées ont été infestées par les deux espèces de bruches. Ces auteurs précisent que le niveau de contamination dépend de la variété du niébé. Pour Delobel et al. (2004), le choix des

femelles dépend des facteurs environnementaux tels que les stimuli provenant de la plante hôte: odeur, texture ou degré d'humidité. Pour certains auteurs (Ndiaye 1991), le choix de ponte chez les insectes est déterminé par des facteurs transmis héréditairement. En plus de ces facteurs, Sembène et Delobel (2004) pensent que le choix des femelles de *Caryedon serratus* obéit au principe de Hopkins selon lequel les insectes ayant nymphosé à l'intérieur des gousses d'une plante hôte manifestent une plus grande préférence pour cette plante hôte. Les taux de survie larvaire et le taux d'émergence varient considérablement en fonction des variétés. En effet ces taux sont plus de 73% pour la variété locale alors qu'ils restent faibles pour TN5-78 et pour HTR. Cette variation peut être due au taux de fertilité important observé dans cette étude et peut être favorisée par les conditions climatiques de développement des larves et la disponibilité du substrat de ponte. Selon les travaux de Zannou (2000) sur *C. maculatus* et de Desroches et Huignard (1991) sur *B. atrolineatus*, lorsque la densité larvaire intragranulaire augmente, le taux de mortalité larvaire augmente également; mais le taux d'émergence diminue. Toutefois nos résultats montrent que plus de 74 % d'adultes sont émergés en douze jours. L'émergence des adultes chez *B. atrolineatus* peut être influencée par les conditions climatiques pendant le développement post-embryonnaire au moment de l'étude. Car plusieurs auteurs affirment que la diapause reproductrice est induite au cours du développement chez *B. atrolineatus* et dépend des conditions thermo et photopériodiques dans lesquelles celui-ci a lieu (Lenga et al. 1991; Glitho, 1990). L'analyse de nos résultats sur le développement de cette espèce de bruche montre que cette durée est statistiquement différente sur toutes les variétés étudiées. Ainsi, la durée de développement varie entre 30 à moins de 37 jours et elle est beaucoup plus importante pour les insectes développant sur la TN5-78. Etant donné que la durée d'éclosion est statistiquement identique pour toutes les variétés, la durée de développement importante observée peut être due à la durée de développement post-embryonnaire importante. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par Doumma (1998) sur la même espèce. En effet cet auteur a trouvé une durée de développement de 30 jours sur la variété TN5-78. La durée de développement de cette espèce dépend des conditions dans lesquelles le développement post-embryonnaire a eu lieu (Glitho, 1990)

L'analyse en composante principale montre une certaine discrimination entre les populations étudiées. La population issue de variété locale est la plus grande suivie de TN5/78 et HTR. Ceci a été déjà démontré par Delobel (1999) sur la population de la bruche de l'arachide, *Caryedon serratus*. En étudiant la morphométrie de la population de *Caryedon serratus* issue des graines de l'arachide des trois pays différents (Niger, Sénégal et Guinée), cet auteur a observé une discrimination entre ces populations. La même tendance a été déjà observée par Sembène et Delobel (1996) sur la population de *Caryedon serratus* issue de sa plante hôte et celle issue des graines des plusieurs ligneux (*Piliostigma reticulatum*, *Tamarindus indica*, *Bauhinia rufescens* etc.) du Sénégal. Ces différences de taille trouvent sans doute leur origine dans des différences au niveau de la qualité nutritionnelle plutôt qu'au niveau de la taille ou du poids des graines hôtes. En effet, il n'y a pas de rapport direct entre la taille des bruches et celle des graines de TN5/78 et HTR, car statistiquement identique. Cependant, l'effet de la quantité de matière nutritive de la graine sur la taille de la bruche du niébé ne doit pas être négligé puisqu'on observe que les *Bruchidius atrolineatus* ayant les plus grandes tailles sont obtenues des graines de la variété locale qui a une taille moyenne significativement plus importante par rapport aux autres variétés. D'autres facteurs peuvent intervenir dans cette discrimination telle que le degré d'humidité, la texture ou l'odeur, la dureté des graines etc. Par contre, l'idée de la densité larvaire entraînant la miniaturisation chez certaines espèces de bruche est écartée dans cette étude. Car la variété locale ayant enregistré un taux d'émergence beaucoup plus important correspond aux bruches les plus grandes.

3.4 CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que certains paramètres biologiques tels que la fécondité, la durée de développement etc., varient en fonction des variétés. Ceci est très important surtout pour les services techniques et les producteurs du niébé dans les choix des variétés résistantes à cette bruche. De même la taille de la bruche du niébé dépend de la taille des graines et de la qualité nutritionnelle des réserves contenues dans les cotylédons. Cependant une étude génétique pourra apporter plus de précisions sur les caractéristiques de ces différentes populations.

REFERENCES

- [1] Alzouma I., 1981. Observations on the ecology of *B. atrolineatus* and *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidæ) in Niger. In: The ecology of Bruchids attacking legumes (pulses). Labeyrie V. (ed.). Junk the Hague : 205-213.
- [2] Decelle J., 1981. Bruchidae related to grain legumes in the Afro - Tropical Area. *Séries Entomologica*, Vol. 19: 1193-197.
- [3] Delgado C. Couturier G., Delobel A., 1997. - Oviposition of seed-beetle *Caryoborus serripes* (Sturm)(Coleoptera: Bruchidae) on palm (*Astrocaryum chambira*) fruits under natural conditions in Peru. *Annales de la Société entomologique de France (N.s.)*, 33 : ~05-~09.
- [4] Delobel, A. 1995. The shift of *Caryedon serratus* from wild Caesalpiniaceae to groundnuts took place in West Africa (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.* 31: 101-102.
- [5] Delobel A, Delobel H., Tran M., Sembène M. & Han H.S. 1995. - Observations sur les relations trophiques entre les bruches du genre *Caryedon* (Coléoptères, Bruchidae) et leurs plantes hôtes sauvages au Sénégal. *Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire Cheikh Anta Diop, Dakar, série A* , 48 : 79-88.
- [6] Delobel A, Tran M. & Sembène M.. 2000. - Influence du choix alimentaire sur la fécondité et le développement larvaire des *Caryedon* des Légumineuses (Coléoptères Bruchidae) au Sénégal. *Annales de la Société entomologique de France*, 105 (1): 000-000.
- [7] Desroches P. and Huignard J., 1991. Effect of larval density on development and induction of reproductive diapause in *Bruchidius atrolineatus*. *Entomol. Exp. Appl.* 61, 255-263.
- [8] Doumma A., 2012. Influence de deux alternatives de lutte sur les capacités reproductrices de *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera-Bruchidae), ravageur du niébé (*Vigna unguiculata* Walp.): *Thèse de Doctorat D'Etat*. Univ. Abdou Moumouni de Niamey 171p.
- [9] Doumma A., 1998. Contribution à la recherche de méthodes de lutte contre *Bruchidius atrolineatus* Pic. Et *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Bruchidæ), Ravageur de niébé (*V. unguiculata* L. Walp) en zone sahélienne. *Thèse de doctorat*. Univ. Abdou Moumouni de Niamey. 135p.
- [10] Doumma A., Liman A.I., Toudou A. & Alzouma I. : 2006 : Comportement de 20 variétés locales de niébé (*V. unguiculata* (L.) Walp) vis de *B. atrolineatus* P. et *C. maculatus* F., ravageurs du niébé en zone sahélienne: cahiers d'Agriculture. N° 15 ; Vol. 2.
- [11] Glitho I. A., 1990. Les Bruchidae ravageurs de *Vigna unguiculata* Walp. En zone guinéenne. Analyse de la diapause reproductrice chez les mâles de *Bruchidus atreolineatus* Pic. *Thèse de Doctorat*, Univ. F. Rabelais, Tours, 100 p.
- [12] Lenga A., Monge J. P. et Huignard J., 1990. Rôle des facteurs thermiques dans l'induction de la diapause reproductrice chez *Bruchidius atrolineatus* Pic. (Coleoptère: Bruchidae). Régulation des sites saisonniers des invertébrés. P. Ferron et al. Ed. INRA Publi: 79-83.
- [13] Moumouni D.A., Doumma A. & Sembène M. 2013. Influence des zones agroécologiques sur les paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera-Bruchidae), ravageurs des graines du niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7 (5): 1866-1876
- [14] Nyamador S. W., 2009 : Influence des traitements à base d'huiles essentielles sur les capacités de reproduction de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. et de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidæ) : 152 Mécanisme d'action de l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus* Chiov. Thèse de Doctorat, Université de Lomé 197 pages.
- [15] Ofuya T.I. and Credland P.F., 1995: Differences in the susceptibility of seeds of selected varieties of cowpea to *Bruchidius atrolineatus* (coleoptera: Bruchidae). *Bulletin of entomological Research*, 85: 259-265.
- [16] Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. *I.T.C.F., Paris*, 63 pp.
- [17] Sembène M., & A. Delobel. 2004. Mythe Ou Réalité ? Le "Principe De Hopkins" Dans Le Cas de La Bruche De L'arachide *Caryedon Serratus* (Olivier) (Coleoptera: Bruchidae). *Bulletin De La Société Entomologique De France*, 109 (1) :61-66.
- [18] Siemens D. Johnson C.D. & Woodman R.L.. 1991. - Determinants of host range in bruchid beetles. *Ecology*, 72: 1560-1566.
- [19] Singh S.R., Jackai L.E.N., Thottappilly G., Cardwell K.F. & Myers G.O., 1992. Status of reaserch on constraints to cowpea production. In "Thottappilly G., Monti L.M., Mohan Raj D.R. and Moore A.W. (eds), *Biotechnology: Enhancing Reaserch on Tropical Crop in Africa*". CTA/IITA, Ibadan, pp. 21-26.
- [20] Zannou E. T. 2000. Analyse de quelques paramètres biologiques pour une meilleure connaissance des capacités reproductrices d'une souche béninoise de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae) : caractérisation et importance de la diapause reproductrice chez les femelles du morphe voilier. *Thèse de Doctorat*. Univ. Bénin Lomé, Togo, 122 p.

Estimation de la recharge d'une nappe côtière en zone tropicale humide: Cas de la nappe du Continental Terminal d'Abidjan (Côte d'Ivoire)

[Assessment of coastal groundwater recharge in a humid tropical zone by the method of Thiessen: Case of the Terminal Continental of Abidjan (Côte d'Ivoire)]

YAO Affoué Berthe, KOUAME Kouassi Innocent, KOUASSI Kouamé Auguste, KOFFI Kouadio, GOULA Bi Tié Albert, and SAVANE Issiaka

Laboratoire Géosciences et Environnement,
Université Nangui Abrogoua,
Abidjan, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: This work aims to test the polygons' method of Thiessen, initially used to evaluate the average rainfall for assessing a groundwater recharge. The study concerns the groundwater of Terminal Continental, the main source of water alimentation of Abidjan population. The database is constituted by rainfall (three stations) and piezometric data (ten piezometers). This method has been tested on both cases: in surface for calculating the total recharge and in saturated zone for assessing the true recharge. The results showed that the ground water of Abidjan total recharge is estimated to 252 mm.year⁻¹; the one estimated in saturated zone is equivalent to 158 mm.year⁻¹ in 2006, that is to say 12 pc of the total infiltration. The taking account of "land use" factor in the approach underlined the fact that the quick ongoing urbanization of Abidjan city is reducing the infiltration zones.

KEYWORDS: Piezometric fluctuations, hydrological balance, polygon of Thiessen, Continental Terminal, Côte d'Ivoire.

RESUME: Ce travail vise à tester la méthode des polygones de Thiessen, initialement utilisée pour estimer la pluie moyenne sur un bassin versant dans l'estimation de la recharge d'une nappe d'eau souterraine. L'étude est menée sur la nappe du Continental Terminal, principale source d'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan. La base de données est constituée de données pluviométriques (trois stations pluviométriques) et piézométriques (dix piézomètres). Cette méthode a été testée à deux niveaux : en surface pour calculer la recharge potentielle à partir du bilan hydrologique puis dans la zone saturée pour estimer la recharge réelle à partir des fluctuations piézométriques de nappe. Les résultats obtenus montrent que la recharge potentielle de la nappe d'Abidjan est de 252 mm an⁻¹; celle estimée dans la zone saturée vaut 158 mm an⁻¹ en 2006. Ces résultats montrent qu'une bonne partie de l'eau destinée à alimentation des aquifères ne parvient pas à la nappe. L'introduction d'un facteur "taux d'occupation du sol" dans l'approche d'estimation de la recharge proposée dans cette étude, met en évidence le fait que l'urbanisation galopante de la ville d'Abidjan conduit à réduire les zones d'infiltrations des eaux de pluies vers la nappe d'Abidjan.

MOTS-CLEFS: Fluctuations piézométriques, bilan hydrologique, polygone de Thiessen, Continental Terminal, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les eaux souterraines constituent une ressource vitale lorsqu'il s'agit de faire face aux besoins en eau douce des collectivités. Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire est uniquement alimentée par les eaux souterraines du Continental Terminal qui représentent 68% de la production d'eau potable nationale [1]. Cette ressource capitale est actuellement menacée par la surexploitation et la pollution [2], [3]. Actuellement, environ 388 000 m³/j des eaux de la nappe d'Abidjan sont exploités pour satisfaire les besoins en eau potable des populations [4]. Ces nombreuses sollicitations de l'eau et les impacts de la péjoration climatique ont pour conséquence de diminuer la réserve d'eau disponible [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]. Face aux risques de pénurie d'eau, une estimation précise de la recharge de cette nappe est extrêmement importante pour une gestion adéquate. Dans cette optique, plusieurs études ont été réalisées sur la nappe d'Abidjan [5], [13], [14], [15], [16], en vue de déterminer son potentiel d'exploitation et d'estimer sa recharge. Parmi ces études, les travaux des références [13] et [14], portant sur l'évaluation quantitative ont présenté deux méthodes d'estimation de la recharge de la nappe d'Abidjan, à savoir le bilan hydrologique de référence [17], et la méthode de Fourier. Ces études ont montré que la méthode de Fourier qui permet d'estimer la recharge effective donnait de meilleurs résultats. Cependant, les exigences qu'imposent l'utilisation de cette méthode, le fait qu'elle ne prenne pas en compte le taux d'occupation du sol, et que la nappe soit très influencée par les champs de captage, ne facilitent plus son utilisation. En effet, le phénomène d'infiltration des eaux vers les nappes dépend de la pente des terrains, de la zone non saturée, de la nature et de la couverture du sol [18]. Ainsi, l'augmentation des sols nus et des zones urbanisées contribue à une baisse des infiltrations au détriment du ruissellement [7]. La présente étude a donc pour objectif d'estimer la recharge de la nappe d'Abidjan en tenant compte du facteur "taux d'occupation du sol" et ceci sur l'aire d'influence de chaque piézomètre. L'approche consiste à l'estimation de la recharge potentielle (infiltration totale) et de la recharge effective ou réelle selon le type de données disponibles.

1.1 LOCALISATION ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La nappe du Continental Terminal, communément appelée nappe d'Abidjan est située au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Elle est comprise entre les Latitudes 5°28' et 5°58' N et les Longitudes 3°75' et 4°35' W et s'étend sur une superficie d'environ 1215 Km². Elle est drainée par de nombreux cours d'eau (fig. 1). Ses limites physiques sont constituées par le contact socle cristallin-bassin sédimentaire au Nord dans l'agglomération d'Anyama, la lagune Ebrié au Sud, la rivière Mé et la lagune Potou à l'Est et les cours d'eau de l'Agnéby et du Niéké à l'Ouest.

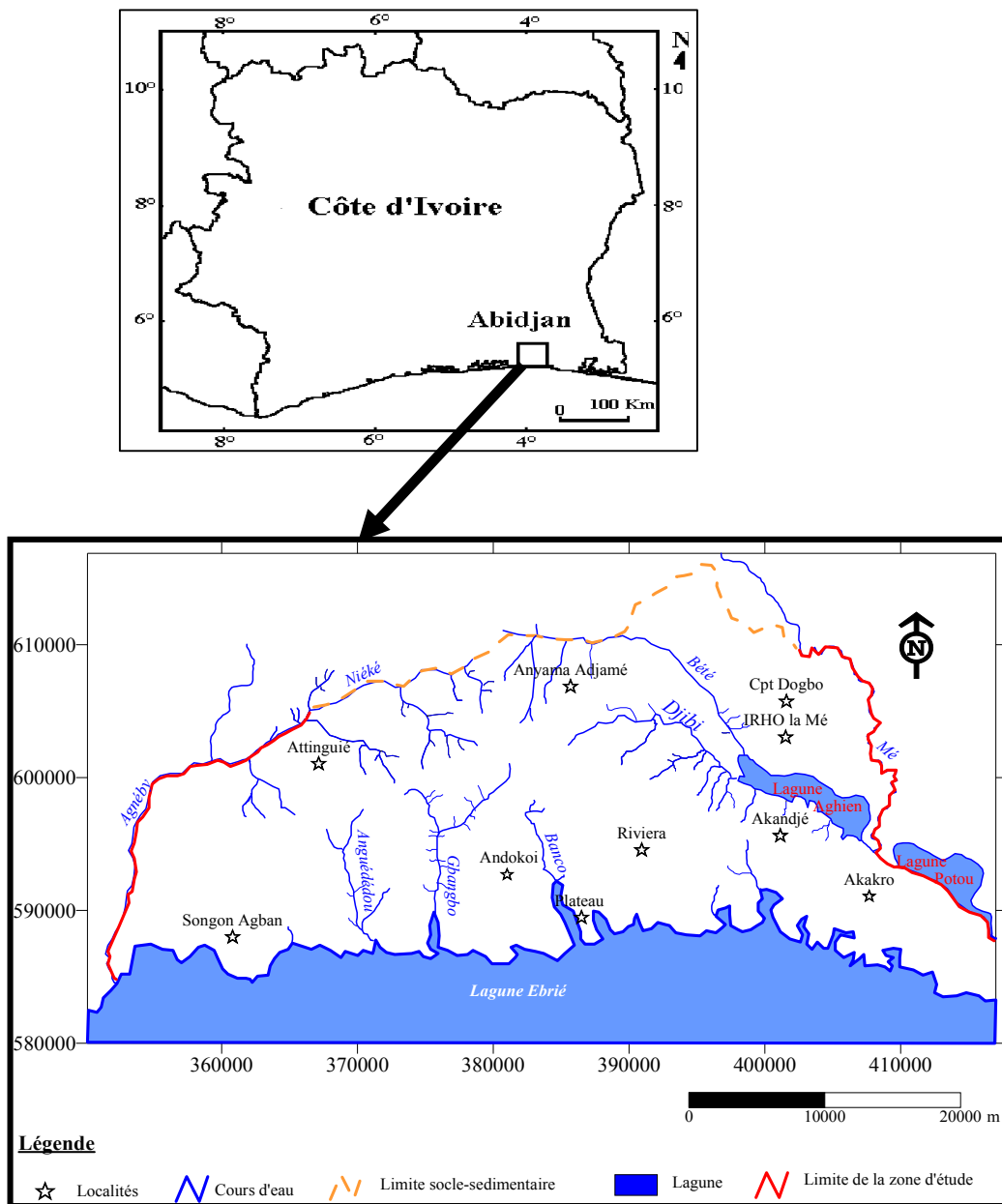


Fig. 1 : Localisation de la zone d'étude

La région est sous l'influence du climat équatorial de transition marqué par quatre saisons dans le cycle annuel ([19], [20]): une grande saison des pluies de mars à juin suivie d'une petite saison sèche entre juillet et août ; une petite saison pluvieuse intervient dans le mois de septembre pour prendre fin au mois de novembre et une grande saison sèche de novembre à février (fig. 2). La pluie moyenne annuelle enregistrée dans le district d'Abidjan varie de 1477 mm à la station d'Irho Lamé à 1566 mm à la station d'Adiopodoumé sur la période 1986-2006.

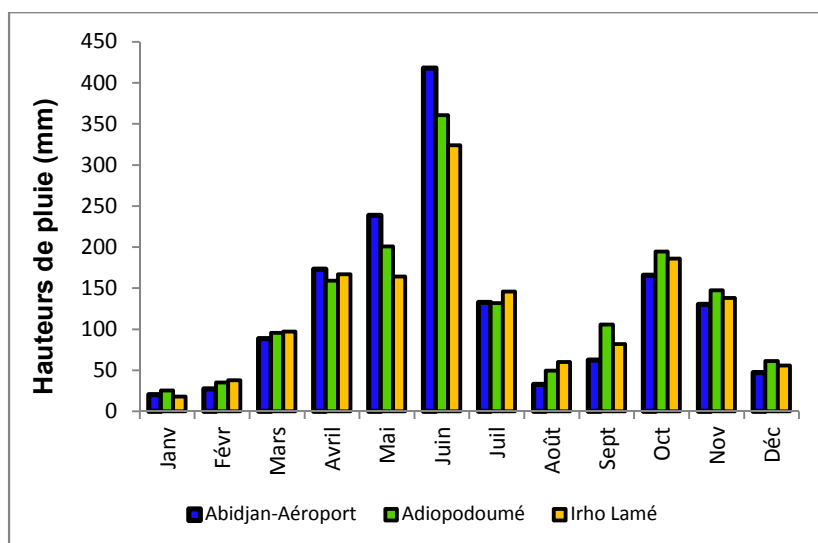


Fig. 2 : Variation de la pluviométrie moyenne mensuelle du District d'Abidjan sur la période 1986-2006

L'aquifère du Continental Terminal correspond à des formations d'âge Mio-pliocène caractérisées par une stratification lenticulaire de sables grossiers, d'argiles bariolées, de grès ferrugineux et de minerais de fer [20]. En surface, le paysage présente une succession de plateaux et de vallées, avec un dénivelé maximal de 120 m. Cet aquifère, selon les études antérieures présente les paramètres hydrauliques suivants ([22], [21], [23]) :

- la transmissivité est comprise entre 0,14 et 0,2 m²/s ;
- le coefficient d'emmagasinement est compris entre 0,05 et 0,2 ;
- le débit est variable suivant les ouvrages, de 7 à 338 m³/s ;
- la perméabilité, de l'ordre de 10⁻³ m/s dans les sables fins grossiers, peut diminuer localement jusqu'à 10⁻⁵ ou 10⁻⁶ m/s, suite à une variation de faciès ;
- le gradient hydraulique est de 0,17% et 0,19% respectivement le long du Banco et du Gbangbo, et s'accroît au Nord sur les hauts plateaux.

Dans l'aquifère à nappe libre, le coefficient d'emmagasinement est égal, en pratique, à la porosité efficace [24]. Les eaux du Continental Terminal se déversent directement dans la lagune ou par l'intermédiaire de plusieurs sources bordières [21].

L'occupation des sols est une information capitale pour l'hydrologie. En effet, la présence ou non de végétation va influencer le bilan hydrique de surface en déterminant les quantités d'eau qui seront interceptées et transpirées par la végétation. Elle influencera aussi la rugosité de la surface et donc le ruissellement [25]. La distribution présentée sur la carte d'occupation du sol (fig. 3) montre que la région est couverte en grande partie par des zones où les cultures sont dominantes. A l'image de la forte croissance démographique dans le district d'Abidjan, l'urbanisation de la ville d'Abidjan s'effectue d'une manière accélérée sans tenir compte de l'environnement.

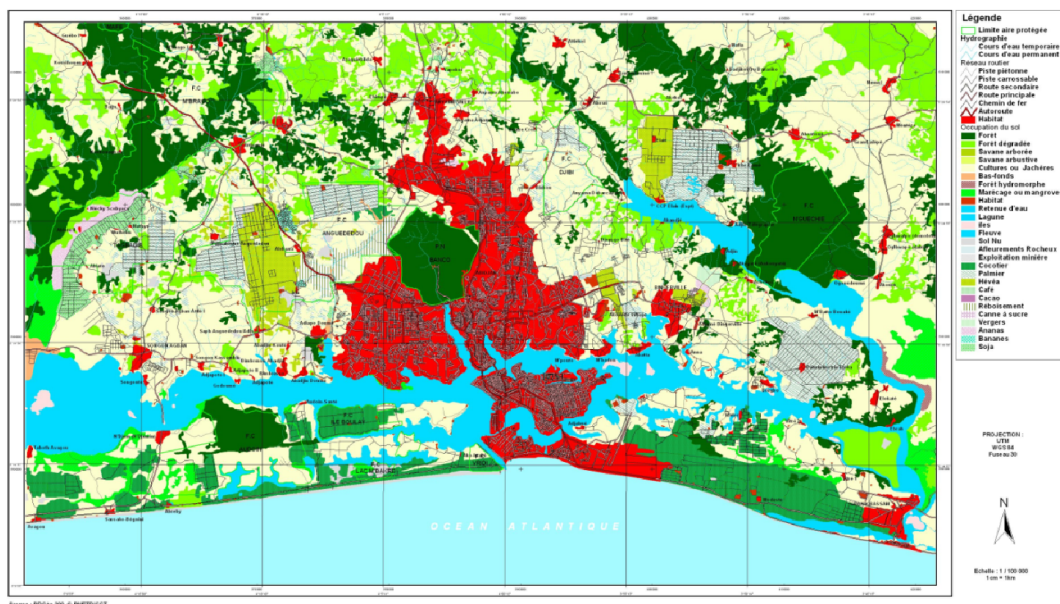


Fig. 3 : Carte de l'occupation du sol d'Abidjan et ses environs

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

L'estimation de la recharge de la nappe d'Abidjan a nécessité l'utilisation des données climatiques et piézométriques. Les données climatiques sont composées de pluies et de températures mensuelles recueillies à la SODEXAM (Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire et Météorologique) et au CNRA (Centre National de Recherche Agronomique : station d'IRHO-Lamé et d'Adiopodoumé). Les mesures des niveaux d'eau effectuées sur dix piézomètres nous ont permis d'obtenir les données piézométriques sur une période de 12 mois (janvier à décembre 2006). Ces mesures ont été effectuées par une sonde piézométrique lumineuse. La cartographie des piézomètres a été rendue possible grâce aux relevés des coordonnées géographiques de ces piézomètres par un GPS (Global Positioning System).

2.2 MÉTHODES

○ Détermination de la recharge potentielle

La méthode de Thiessen est une méthode classique en hydrologie. Cette méthode, basée sur une segmentation de l'espace, consiste à déterminer, pour chaque station, sa zone d'influence et son coefficient dit « coefficient de Thiessen » qui représente la fraction de surface contrôlée par le poste pluviométrique [26]. Dans cette étude, la méthode de référence [27] est appliquée comme une méthode de détermination de la recharge potentielle ou l'infiltration totale. Le principe consiste à associer à chaque piézomètre une station pluviométrique fictive. Ainsi, on trace des polygones d'influence autour de chaque piézomètre (fig. 4). Manuellement, pour déterminer les aires d'influence des piézomètres on trace une série de segments de droites reliant les piézomètres adjacents puis on élève des perpendiculaires (médiatrices) déterminant des polygones [28]. Les côtés des polygones représentent les limites de l'aire d'influence de chaque piézomètre.

On calcule ensuite la superficie d'infiltration (S_i) au niveau de chaque polygone par l'équation suivante :

$$S_i = A_i \times \tau \quad (1)$$

où :

A_i : superficie du polygone considéré (m^2)

τ : Taux d'urbanisation (%)

L'infiltration sur l'aire d'influence d'un polygone considéré est déterminée selon le principe du bilan hydrologique dont l'équation simplifiée s'écrit comme suite :

$$P = ETR + R + I \quad (2)$$

avec :

P: précipitation moyenne en mm ;

ETR : évapotranspiration réelle en mm ; estimée selon l'organigramme du bilan hydrologique de référence [17] ([15], [10])

R : ruissellement en mm ;

I : Infiltration (mm).

La recharge potentielle sur chaque polygone de référence [27] est donnée par :

$$R_p = \frac{1}{A} \sum (P - (ETR + R)) \times S_i \quad (3)$$

R_p : Recharge potentielle en (m)

A : Superficie du polygone (m^2)

Le coefficient de ruissellement admis au niveau de la ville d'Abidjan est de 7% [29] et de 13% au niveau du bassin versant de la Mé [30].

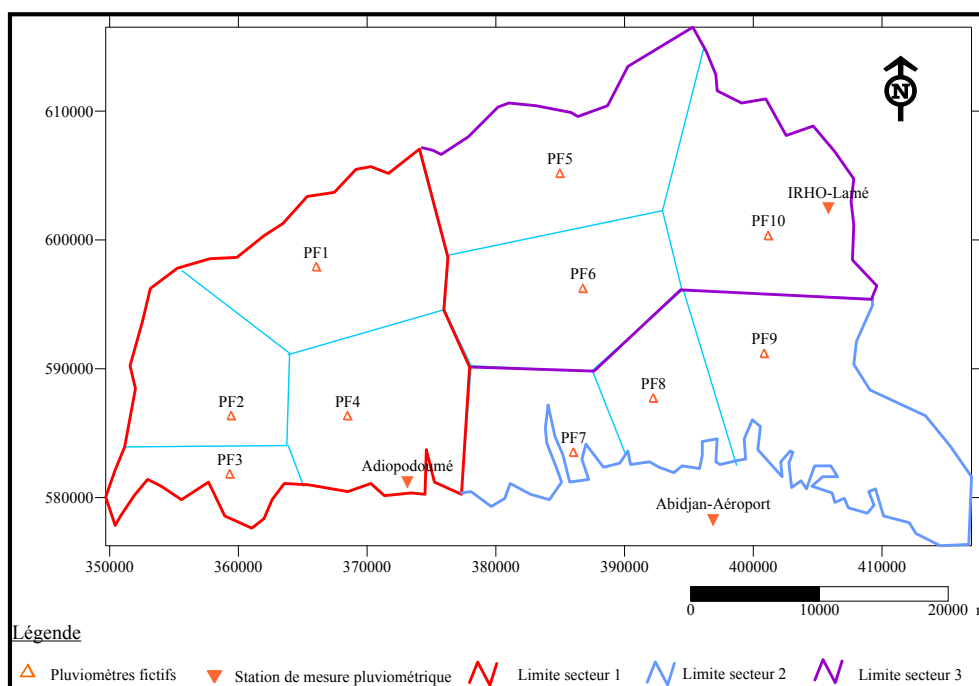


Fig. 4 : Carte de présentation des différents secteurs d'influence des stations pluviométriques

o Détermination de la recharge réelle

La détermination de la recharge réelle ou recharge efficace est basée sur les fluctuations piézométriques de la nappe et nécessite la connaissance du coefficient d'emmagasinement spécifique et des variations du niveau de la nappe au cours du temps. La variation du niveau de la nappe au cours du temps, représentée par la cote piézométrique est déduite de la cote topographique de chaque piézomètre. La cote piézométrique est calculée selon la formule de référence [24] dans le cas d'une nappe libre :

$$H = Z - (P - H_m) \quad (4)$$

avec :

H : Cote piézométrique exprimée en hauteur d'eau (m)

Z : Cote sol ou altitude du terrain naturel (m)

P : Niveau dynamique ou niveau statique (m)

H_m : Hauteur margelle (m)

Une fois les cotes piézométriques connues, la recharge est estimée par la méthode de Water Table Fluctuation (WTF) proposée par référence [31] :

$$R_e = S_y \times \frac{dh}{dt} = S_y \times \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (5)$$

Où R_e est la recharge réelle, S_y est la porosité efficace, h est la hauteur piézométrique et t est le temps.

3 RESULTATS

3.1 RECHARGE POTENTIELLE DE LA NAPPE D'ABIDJAN

L'estimation de la recharge potentielle de la nappe d'Abidjan par polygone de Thiessen montre qu'elle varie de 16 mm an⁻¹ (Plateau CIE) à 504 mm an⁻¹ (Akandjé) (tableau 1). L'analyse du tableau montre que cette recharge est d'autant plus faible que le polygone est fortement urbanisé. En effet, le fort taux d'urbanisation des polygones Plateau CIE (97%) et Zone Est F2 (65%) favorise un accroissement du ruissellement au détriment de l'infiltration. Ainsi, les valeurs les plus élevées sont observées au niveau des polygones Akandjé, Songon M'Braté, Songon Agban et Attinguié localisés pratiquement dans les zones rurales où le taux d'urbanisation est inférieur à 10%. Il est important de souligner que l'importance de la recharge estimée sur chaque polygone est relative à l'intensité des précipitations enregistrées aux différentes stations de mesures pluviométriques associées. La recharge potentielle annuelle de la nappe d'Abidjan est de 252 mm an⁻¹ en 2006.

Tableau 1 : Recharge potentielle de la nappe d'Abidjan en 2006

Piézomètres	Code piézomètre	Aire du polygone (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Superficie d'infiltration (km ²)	Recharge potentielle (mm×an ⁻¹)
Attinguié	PZ4	142,4	3,23	137,80	342
Songon M'Braté	PZ5	106,4	0,77	105,58	351
Songon Agban	PZ6	46,41	4,5	44,32	337
Godoumé	PT2	132,3	7,39	122,52	327
Z Est F2	PZ10	69,52	65,07	24,28	190
Akandjé	PZ2	188,8	7,22	175,17	504
Plateau CIE	PZ21	77,61	97,11	2,24	16
Zone Nord F7	PZ17	131,9	12,09	115,95	149
IRHO	PZ3	158,9	2,13	155,51	166
Anyama Adjamé	PZ15	157	15,92	132,01	142
Recharge moyenne de la nappe (mm×an ⁻¹)					252

3.2 RECHARGE REELLE DE LA NAPPE D'ABIDJAN

La recharge réelle varie d'un piézomètre à l'autre dans une gamme de valeur de 0 à 504 mm an⁻¹ (tableau 2). Ces résultats montrent que la recharge réelle de la nappe est nulle par endroit. Comme on peut le constater, pour les piézomètres de

Songon M'Braté, Z Est F2, IRHO et Anyama Adjamé, les fluctuations piézométriques de l'année 2006 sont négatives ; ce qui signifie qu'il n'y a pas eu de recharge à ces points. Les amplitudes piézométriques annuelles sont faibles dans l'ensemble et varient d'un ouvrage à un autre. Les valeurs les plus élevées sont observées dans les piézomètres Z Nord F7 (0,28 m) et Plateau CIE (0,19 m). D'où l'obtention des valeurs de recharge les plus importantes au niveau de ces piézomètres. La recharge efficace moyenne de la nappe d'Abidjan est de 158 mm an⁻¹ en 2006.

Tableau 2 : Recharge réelle de la nappe d'Abidjan en 2006

Piézomètres	Code piézomètre	Fluctuations piézométriques (m)	Porosité efficace	Recharge réelle (mm×an ⁻¹)
Attinguié	PZ4	0,14	0,15	252
Songon M'Braté	PZ5	-0,52	0,15	0
Songon Agban	PZ6	0,14	0,15	252
Godoumé	PT2	0,04	0,15	72
Z Est F2	PZ10	-1,24	0,15	0
Akandjé	PZ2	0,09	0,15	162
Plateau CIE	PZ21	0,19	0,15	342
Zone Nord F7	PZ17	0,28	0,15	504
IRHO	PZ3	-0,03	0,15	0
Anyama Adjamé	PZ15	-0,40	0,15	0
Recharge moyenne de la nappe (mm×an ⁻¹)				158

3.3 CARTOGRAPHIE DE LA RECHARGE DE LA NAPPE D'ABIDJAN

La répartition spatiale de la recharge potentielle de la nappe d'Abidjan (fig. 5) montre que la recharge est effective sur toute la nappe avec cependant des zones préférentielles suivant le degré d'occupation du sol. En effet, l'analyse de la figure montre que les faibles valeurs de recharge se situent dans les secteurs à fort taux d'occupation du sol (Plateau, Yopougon, Abobo) ; Ce qui signifie que l'urbanisation de la ville contribue à réduire les zones d'infiltration des eaux.

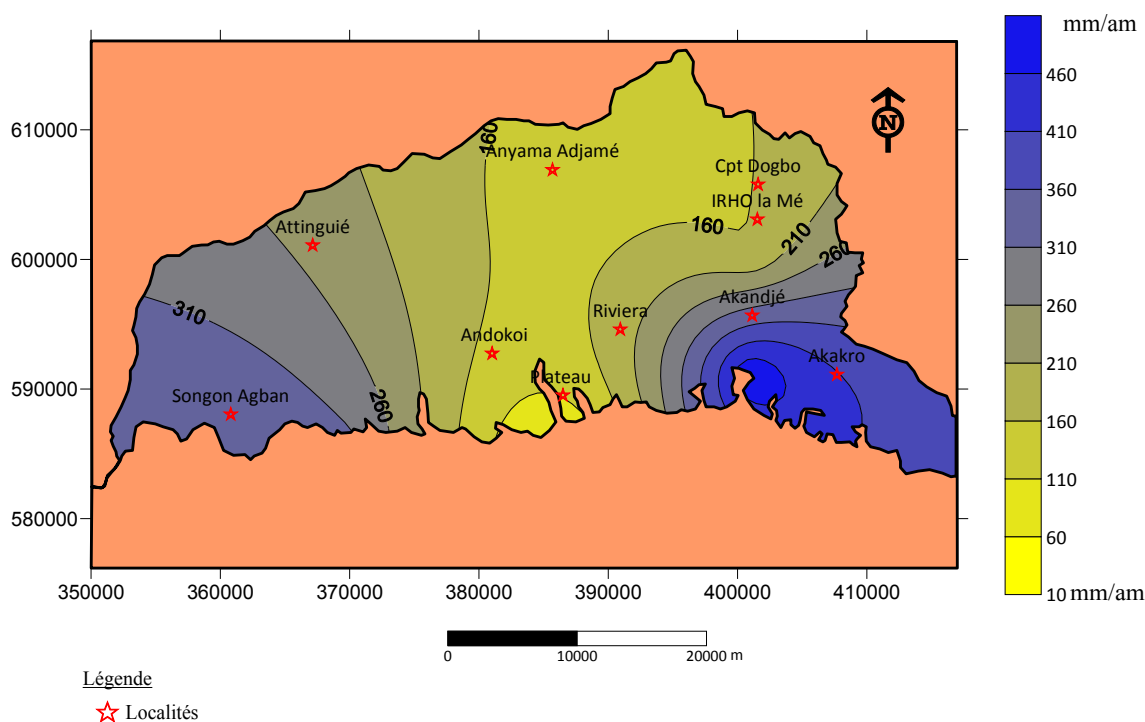


Fig.5 : Carte de la recharge potentielle de la nappe d'Abidjan en 2006

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une variabilité spatiale de la recharge de la nappe d'Abidjan. L'application de la méthode de Thiessen en surface et dans la zone saturée fait ressortir l'impact de l'urbanisation de la ville d'Abidjan sur l'alimentation de la nappe. En effet, il existe une plus forte infiltration en zone couverte et une plus faible infiltration en zone dénudée (fort taux d'occupation) où le ruissellement est important. Ces résultats sont en accord avec ceux de référence [7] qui indiquaient que l'évolution de l'habitat contribue à réduire les zones d'infiltration des eaux. La recharge potentielle annuelle de la nappe d'Abidjan est estimée à 252 mm an^{-1} en 2006. Ce résultat se rapproche des valeurs trouvées par les références [7] et [10] avec la méthode de Thornthwaite. Ces valeurs sont respectivement de 247,4 et 266 mm an^{-1} pour la période 1963-2000. En somme, il faut noter que la prise en compte du taux d'urbanisation fait ressortir une hétérogénéité dans la distribution spatiale des valeurs de la recharge de la nappe d'Abidjan. Concernant la recharge réelle, les valeurs varient d'un piézomètre à l'autre avec des valeurs nulles par endroit. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par référence [32]. En effet, l'estimation de la recharge par la méthode WTF est basée sur le principe qu'une élévation de niveau d'eau dans une nappe libre en condition naturelle est causée par la recharge. Or, les fluctuations piézométriques de la nappe sont fortement influencées par l'exploitation de la nappe pour les usages domestiques ([1], [7]). Il faut noter que la plupart des piézomètres sont situés dans des champs captant SODECI et subissent les effets du pompage de l'eau. C'est le cas des piézomètres Z Est F2 et Anyama Adjamé et Plateau CIE. Pourtant, la recharge du piézomètre Plateau CIE est importante. Cette situation serait liée au fait que les champs captant du Plateau ne sont plus exploités du fait de l'intrusion saline [16]. Quelque soit la méthode, l'infiltration maximale de la nappe d'Abidjan est de 504 mm.an^{-1} .

5 CONCLUSION

Cette étude a permis d'estimer deux types de recharge de la nappe d'Abidjan. La recharge potentielle qui est la quantité totale d'eau destinée à l'alimentation des réserves du sol et à l'alimentation des aquifères et la recharge réelle qui est la quantité d'eau qui atteint effectivement la nappe. Le découpage de la surface de la nappe en polygone de Thiessen a permis d'estimer la recharge de façon locale. La recharge potentielle de la nappe en 2006 varie de 16 à 504 mm an^{-1} d'un polygone à l'autre; ce qui conduit à une recharge moyenne potentielle de 252 mm an^{-1} . Cette recharge est nettement plus faible dans les zones dénudées et fortement urbanisées où le ruissellement est plus important. Quant à la recharge réelle, elle varie de 0 à 504 mm an^{-1} d'un piézomètre à l'autre ; la recharge moyenne annuelle étant de 158 mm an^{-1} . Il faut souligner que la méthode d'estimation de la recharge réelle est basée sur les données piézométriques de la nappe. Les valeurs nulles obtenues à certains endroits pourraient être dues à l'exploitation intensive de la nappe à partir des nombreux forages implantés dans la région. Une densification du nombre de piézomètres contribuerait à mieux restituer la part d'eau infiltrée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement les responsables de la Direction des Normes, Réglementation et de la qualité (DNRQ) (ex. Hydrologie), structure sous tutelle de la Direction Générale des Infrastructures de l'Hydraulique Humaine (DGIHH) à Abidjan, initiateurs de cette étude.

REFERENCES

- [1] DHH (Direction de l'Hydraulique Humaine)," Hydraulique humaine en Côte d'Ivoire", Ministère des Infrastructures Economiques, Côte d'Ivoire, 2001.
- [2] J. R. P Jourda, K. J. Kouamé, M. B. Saley, B. H. Kouadio, Y. S. Oga, "Contamination of the Abidjan aquifer by sewage: An assessment of extent and strategies for protection", In: Yongxin X, Brent U, eds. *Groundwater pollution in Africa*, Balkema (Grande Bretagne), Taylor & Francis, pp. 291-300, 2006.
- [3] K. Dongo, K. F. Kouamé, B. Koné, "Analyse de la situation de l'environnement sanitaire des quartiers défavorisés dans le tissu urbain de Yopougon à Abidjan, Côte d'Ivoire", *VertigO*, vol. 8, n°3, pp. 1-11, 2008.
- [4] B. F.-E. Ettien, Etude de faisabilité de l'utilisation de la lagune aghien pour l'alimentation en eau potable du district d'Abidjan, *Mémoire de Master spécialisé génie sanitaire et environnement*, 2iE (Ouagadougou) Burkina Faso, 70 p, 2010.
- [5] Y. M.- S. Oga, C. Marlin, L. Dever, "Recharge des nappes du Continental Terminal et du Quaternaire dans la région du Grand Abidjan (Côte d'Ivoire)", Conférence internationale Abidjan'98 sur la Variabilité des Ressources en Eau en Afrique au XXème siècle, *recueil des posters*, pp. 127-130, 1998.
- [6] I. Savané, K. M. Coulibaly, P. Gioan, "Variabilité climatique et ressources en eaux souterraines dans la région semi-montagneuse de Man", *Sécheresse*, vol. 12, n° 4, pp. 231-237, 2001.
- [7] N. Soro, T. Lasm, B. H. Kouadio, G. Soro, K. E. Ahoussi, "Variabilité du régime pluviométrique du Sud de la Côte d'Ivoire et son impact sur l'alimentation de la nappe d'Abidjan", *Sud Sciences et Technologies*, vol. 14, pp. 30-40, 2006.
- [8] B. T. A Goula, I. Savané, B. Konan, V. Fadika, G. B. Kouadio, "Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'zo et N'zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide)", *VertigO*, vol. 1, pp. 1-12, 2006.
- [9] K. E. Kouakou, B. T. A Goula, I. Savané, "Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface en zone tropicale humide: Cas du bassin versant transfrontalier de la Comoé (Côte d'Ivoire - Burkina Faso)", *European Journal of Scientific Research*, vol. 16, n° 1, pp. 31-43, 2007.
- [10] K. E. Ahoussi, "Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville", *Thèse unique de Doctorat de l'Université de Cocody*, Abidjan (Côte d'Ivoire), 270 p, 2008.
- [11] F. Kanohin, M. B. Saley. et I. Savané, "Impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau et les activités humaines en zone tropicale humide : cas de la région de Daoukro en Côte d'Ivoire". *European Journal of Scientific Research*, vol. 26, n°2, pp. 209-222, 2009.
- [12] A. B.Yao, B. T. A Goula., Z. A. Kouadio, K. E. Kouakou, A. Kane, S. Sambou, "Analyse de la variabilité climatique et quantification des ressources en eau en zone tropicale humide. Cas du bassin versant de la Lobo au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire", *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, vol. 19, pp. 136-157, 2012.
- [13] I. Yacoub, "Analyse de l'évolution qualitative et quantitative des ressources en eaux souterraines du Grand Abidjan, mémoire de DEA en Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé, 58 p, 1999.
- [14] L. E. - C. Koutouan, "Caractérisation hydrogéologique de la zone de la décharge Municipale d'Akouédo : Contribution à la mise en place d'un modèle mathématique d'écoulement de la nappe d'Abidjan", mémoire de DEA de l'Université d'Abobo-Adjamé, 62 p, 2005.
- [15] K.I Kouamé, "Pollution psycho-chimique des eaux dans la zone de la décharge d'Akouédo et analyse du risque de contamination de la nappe d'Abidjan par un modèle de simulation des écoulements et du transport des polluants", *Thèse unique de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé*, Abidjan (Côte d'Ivoire), 205 p, 2007.
- [16] K. A. Kouassi, W. F. Kouassi, B. T. A. Goula, K. I. Kouamé, B. Dibi, I Savané, "Modèle Conceptuel du Bassin Sédimentaire Côtier Ivoirien: Cas de la nappe du Continental Terminal d'Abidjan", *European Journal of Scientific Research*, vol. 44, n° 3, pp. 400-419, 2010.
- [17] C.W. Thornthwaite, "An approach toward a rational classification of climate", *Transaction American Geophysics Union*, vol. 27, pp. 55-99, 1954.
- [18] F. Pasquier, "Hydrodynamique de la nappe du Gäu (cantons de Soleure et Berne)", *Thèse de Doctorat de l'Université Neuchâtel*, Suisse, 142 p, 1986.
- [19] J. P. Tastet, "Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin)", *Thèse de Doctorat d'Etat ès sciences de l'Université de Bordeaux 1*, France, 181 p, 1979.
- [20] S. A. Tapsoba, "Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Dabou (Sud de la Côte d'Ivoire): Hydrochimie, isotopie et indice cationique de vieillissement des eaux souterraines". Thèse de doctorat de l'Université Nationale de Côte d'Ivoire, 200 p, 1995.
- [21] N. Aghui, J. Biémi, "Géologie et Hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan. Risques de contamination" *Ann Un Nat. de Côte d'Ivoire*, Série C, tome 20, pp. 313-317, 1984.

- [22] B. F. E. Loroux, "Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire", *Thèse de Doctorat de 3ème Cycle de l'Université de Bordeaux I*, France, 93 p, 1978.
- [23] J. R. P. Jourda, "Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région du Grand Abidjan", *Thèse de Doctorat de 3ème Cycle de l'Université de Grenoble*, France, 301 p, 1987.
- [24] G. Castany, "*Principes et méthodes de l'hydrogéologie*", *Dunod*, Université de Paris, France, 237 p, 1998.
- [25] C. Ottlé, S. Léhegarat, M. Zribi, "Application de la télédétection spatiale en hydrologie", *Centre d'étude des Environnements Terrestres et Planétaire*, 14 p, 2004.
- [26] H. Laaroubi, "Etude hydrologique des bassins versants urbains de Rufisque", *Thèse de Doctorat de 3ème cycle de l'Université Cheikh Anta Diop*, Dakar (Sénégal), 308 p, 2007.
- [27] A. H. Thiessen, "Precipitation averages for large areas", *Mon. Weath. Rev.*, vol. 39, n°7, pp. 1082-1084, 1911.
- [28] C. Cosandey, "*Les eaux courantes : géographie et environnement*", Paris, Belin, 239 p, 2003.
- [29] B. H. Kouadio, Quelques aspects de la schématisation hydrogéologique : cas de la nappe d'Abidjan. Mémoire de DEA de l'Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 66 p, 1997.
- [30] N. Soro, "Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Sud-Est de la Côte d'Ivoire : bassin versant de la Mé", *Thèse de Doctorat 3ème cycle de l'Université de Grenoble 1*, France, 239 p, 1987.
- [31] R. Healy, G. Cook, "Using groundwater levels to estimate recharge", *Hydrogeology Journal*, vol. 10, pp. 91-109, 2002.
- [32] SOGREAH, "Etude de la Gestion et de la Protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan. Etude sur Modèle Mathématique", *Rapport final synthèse des résultats*, vol. 2, République de Côte d'Ivoire, Ministère des infrastructures économiques, Direction et Contrôles des Grands Travaux (DCGTx), 30 p, 1997.

Sclérose combinée de la moelle diagnostiquée au cours d'une grossesse: à propos d'un cas

[Combined degeneration of the spinal cord diagnosed during pregnancy: report of a case]

Jihad Drissi, Farid Kassidi, Jaouad Kouach, Driss Rahali Moussaoui, and Mohammed Dehayni

Service de Gynécologie-Obstétrique,
Hôpital militaire d'Instruction Mohammed V, Maroc

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

ABSTRACT: *Introduction:* The combined degeneration of the cord is a rare cause of myelopathy, it is linked to a deficiency in vitamin B12 which is the most common cause pernicious anemia. Rapid diagnosis is necessary because the recovery is more complete than replacement therapy with vitamin B12 is administered early. Pregnancy by increasing needs of the mother's body can be a vitamin deficiency. However, we have little data in the literature that describe the impact of this disease on the course of pregnancy.

Observation: We report the case of a 24-year-old primigravida in the third trimester of pregnancy presented a radiculo-cordonal syndrome later in connection with a hypovitaminosis B12. The course of pregnancy was unremarkable, with a marked improvement in his neurological symptomatology in vitamin supplementation.

Discussion and conclusion: combined degeneration of the cord is the main secondary to neurological hypovitaminosis B12. MRI can guide the diagnosis, favorable after adequate vitamin supplementation is a therapeutic test to retain the diagnosis. There is no particular impact of the disease on pregnancy or pregnancy on the disease. However, some cases of IUGR, preeclampsia and pseudo Hellp syndrome were described. In terms of obstetrical prognosis is marked by an expansion of instrumental delivery instructions and those depending on the severity of neurological involvement. Epidural and spinal anesthesia should be avoided. General anesthesia should not use nitrous oxide.

KEYWORDS: combined degeneration of spinal cord, vitamin B12, pregnancy-pernicious anemia.

RÉSUMÉ: *Introduction :* la sclérose combinée de la moelle est une cause rare de myélopathie, elle est liée à une carence en vitamine B12 dont la cause la plus fréquente est l'anémie de Biermer. Un diagnostic rapide est nécessaire puisque la récupération est d'autant plus complète que le traitement substitutif par la vitamine B 12 est administré précocement . La grossesse, par augmentation des besoins de l'organisme maternel, peut révéler un déficit vitaminique. Cependant, nous disposons de peu de données de la littérature qui décrivent le retentissement de cette maladie sur le déroulement de la grossesse.

Observation : nous rapportons le cas d'une primigeste de 24 ans qui au troisième trimestre de sa grossesse a présenté un syndrome radiculo-cordonal postérieur en rapport avec une hypovitaminose B12. Le déroulement de la grossesse était sans particularités, avec une nette amélioration de sa symptomatologie neurologique sous supplémentation vitaminiques.

Discussion et conclusion : la sclérose combinée de la moelle est la principale atteinte neurologique secondaire à l'hypovitaminose B12. L'IRM permet d'orienter le diagnostic, l'évolution favorable après supplémentation vitaminique adéquate constitue un test thérapeutique qui permet de retenir le diagnostic. Il n'y a pas de retentissement particulier de la maladie sur la grossesse ni de la grossesse sur la maladie. Cependant, quelques cas de RCIU, prééclampsie et pseudo- Hellp syndrome ont été décrit. Pour ce qui est du pronostic obstétrical il est marqué par un élargissement des indications

d'extraction instrumentale et ceux en fonction de la sévérité de l'atteinte neurologique. Péridurale et rachi-anesthésie sont à proscrire. Quant à l'anesthésie générale elle ne devra nullement faire appel au protoxyde d'azote.

MOTS-CLEFS: sclérose combinée de la moelle, vitamine B12, grossesse, anémie de Biermer.

1 INTRODUCTION

La sclérose combinée de la moelle est une cause rare de myélopathie, elle est liée à une carence en vitamine B12 dont la cause la plus fréquente est l'anémie de Biermer. Un diagnostic rapide est nécessaire puisque la récupération est d'autant plus complète que le traitement substitutif par la vitamine B 12 est administré précocement. La grossesse, par augmentation des besoins de l'organisme maternel, peut révéler un déficit vitaminique. Quelles sont donc les conséquences de ce déficit sur le déroulement de la grossesse, l'accouchement et le nouveau-né nourrit exclusivement au sein ?

2 OBSERVATION

Nous rapportons le cas d'une primigeste de 32ans, porteuse d'un utérus cloisonné, sous supplémentation vitaminique depuis le début de sa grossesse, qui présente depuis 3mois un syndrome radiculo-cordonal postérieur d'installation subaigue : trouble de la sensibilité proprioceptive avec ataxie, signe de Romberg , signe de l'hermite , une paraparésie flasque coté à 4/5. L'IRM médullaire a objectivé un hypersignal T2 au niveau du cordon médullaire postérieur à l'étage cervical. Vu le caractère bilatéral et limité de l'atteinte médullaire une origine inflammatoire et vasculaires étaient peu probables et un déficit en vitamine B12 était suspecté malgré les taux sériques normaux, le diagnostic de déficit en vitamine B12 a ainsi été retenu devant la nette amélioration clinique après augmentation des apports en hydroxocobalamine. Une FOGD est prévu en post-partum à la recherche d'une anémie de Biermer. L'accouchement par voie basse était accepté avec cependant une contre-indication de la péridurale et rachi-anesthésie. Si recours à la césarienne elle sera réalisée sous anesthésie générale avec contre-indication de protoxyde d'azote, produit qui neutralise l'action de la vitamine B12. L'accouchement par voie basse a eu lieu sans anomalie. Dans le post-partum une anticoagulation préventive est indiquée pendant 6 semaines vu le risque thromboembolique majoré par l'hyperhomocystéinémie modérée associé. L'allaitement maternel est vivement recommandé sous réserve de poursuivre la supplémentation vitaminique maternelle.

3 DISCUSSION

La sclérose combinée de la moelle représente 10% des atteintes neurologiques [2]. Ces atteintes sont expliquées par le rôle de la vitamine B12, coenzyme, au niveau du cytoplasme des cellules, impliquée dans la production de la myéline et de neurotransmetteurs. Une carence en vitamine B12 entraîne l'accumulation de substrats de certaines réactions biochimiques, notamment l'acide methyl-malonique qui en excès devient neurotoxique, ou l'homocysteine dont l'élévation constitue un facteur de risque cérébrovasculaire indépendant. [3]. Par ailleurs, la cyanocobalamine régule la synthèse de 2 cytokines : TNF alpha et Il-6, et d'un facteur de croissance : epidermal growth factor. La TNF est neurotoxique les deux autres sont neurotrophiques. Les lésions neurologiques résultent aussi d'un déséquilibre entre ces deux groupes de facteurs [2]. Les données de la littérature nous apprennent l'existence d'inactivation de la méthylcobalamine par l'anesthésie générale quand elle fait appel au protoxyde d'azote tout comme l'utilisation intempestive de l'acide folique [2].

Cliniquement les manifestations neurologiques du déficit en vitamine B12 sont polymorphes, l'anémie mégaloblastique n'est pas toujours présente ce qui risque de faire errer le diagnostic. La paresthésie distale débutante souvent au niveau des mains, les troubles sensitifs témoins de l'atteinte cordonale postérieure avec troubles de la marche, signe de Romberg et de l'Hermitte sont les principales manifestations rencontrées. Les troubles psychiatriques et cognitifs évoluant vers la démence. [2]. L'apparition de ces manifestations pourrait être précipité par l'administration isolée de vitamine B9 ou de protoxyde d'azote chez les sujets en hypovitaminose B12. [4-5].

IRM seule imagerie contributive : hypersignal T2 de la moelle étendu sur plusieurs métamères centré sur les cordons postérieurs. La distribution médullaire des lésions est constante, touchants l'étage cervical bas et thoracique haut [2-6].



IRM T2 : montrant un hypersignal au niveau du cordon médullaire postérieur à l'étage cervical bas

La NFS ne montre pas toujours une anémie mégaloblastique.

Un taux plasmatique normal de cobalamine ne permet pas de récuser le diagnostic qui sera retenu devant l'amélioration clinique après supplémentation vitaminique (test thérapeutique), amélioration qui va de pair avec la régression des signes radiologiques d'autant plus que le traitement est précoce. [2-3].

En l'absence de traitement l'évolution se fait vers l'atrophie médullaire. [2].

L'anémie de Biermer, par atrophie des cellules pariétales de l'antrum gastrique productrices du facteur intrinsèque, représente 25% des étiologies [3].

Les conséquences de la carence en vitamine B12 sur la grossesse ont été peu étudiées. Des cas de RCIU et d'avortement spontané ont été décrits. Quelques cas de déficit en vitamine B12 ont été rapportés comme diagnostic différentiel d'un HELLP syndrome. La grossesse peut constituer une circonstance de diagnostic puisqu'elle est associée à une augmentation des besoins vitaminiques de l'organisme.

En cas de déficit moteur l'accouchement par voie basse est possible mais avec une indication plus large des extractions instrumentales notamment l'usage du forceps en raison de l'inefficacité habituelle des efforts de poussée [7].

Les conséquences du déficit maternel en cobalamine sur le nouveau-né nourri exclusivement au sein peuvent être fâcheuses (anémie hémolytique, thrombopénie, troubles neurologiques) par déficit vitaminique puisque le lait maternel est la seule source du nourrisson en vitamine B12 [8].

4 CONCLUSION

La sclérose combinée de la moelle est la principale atteinte neurologique secondaire à l'hypovitaminose B12. L'IRM permet d'orienter le diagnostic qui ne doit pas être récuser devant un taux sérique normal de cobalamine ou l'absence d'anémie macrocytaire. L'évolution favorable après supplémentation vitaminique adéquate constitue un test thérapeutique. La précocité de la prise en charge revêt un intérêt important puisqu'elle permet la régression des lésions avec le moins de séquelles possibles. Il n'y a pas de retentissement particulier de la maladie sur la grossesse ni de la grossesse sur la maladie. Cependant, quelques cas de RCIU, prééclampsie et pseudo-HELLP syndrome ont été décrits. Pour ce qui est du pronostic obstétrical il est marqué par un élargissement des indications d'extraction instrumentale et ceux en fonction de la sévérité de l'atteinte neurologique. Péridurale et rachianesthésie sont à proscrire. Quant à l'anesthésie générale elle ne devra nullement faire appel au protoxyde d'azote.

REFERENCES

- [1] R.Uza, D. Berteloot. Sémiologie IRM de la sclérose combinée de la moelle. Fédération d'imagerie médicale Centre hospitalier de Lens.
- [2] H. Bagé. Un nouveau cas de sclérose combinée de la moelle révélatrice d'un déficit en vitamine B12 découverte à l'occasion de la rééducation. Journal de r&adaptation médicale. 2008 ; 28 : 7-14.
- [3] M.Gutierrez, J.Franquez, A. Faiver, L.Koric, L. Chiche, S.Attarian, J.Pouget. Diagnostic d'une carence en vitamine B12 ou le signe de l'ordonnance. Revue Neurologique 166 (2010) ; 242-247.
- [4] N.Ammar, L. Martinez Almoyna, H.Husson, T. De Broucker. Révélation neurologique aiguë d'une avitaminose B12 par l'administration d'acide folique. Revue neurologique 2005 ;161 ; 477-479.
- [5] C. Chaugny, J.Simon, H.Collin-Masson, M.De Beauchêne, D.Cabral, O. Fagnez, C. Veyssier-Belot. Carence en vitamine B12 par toxicité du protoxide d'azote : une cause méconnue de sclérose combinée de la moelle. La Revue de Médecine Interne 35 (2014) 328-332.
- [6] A.Rimbot, R.Juglard, E. Stephant, C.Bernard, F.Aczel, B.Talarman, H.Paoletti, C.Arteaga. Sclérose combine médullaire: apport de l'IRM. J Radiol 2004 ; 85 : 32-8.
- [7] H.Boufettal, M. Noun, S. Hermas, N.Samouh. Prise en charge de l'accouchement chez la parturiente paraplégique. Le praticien en anesthésie-réanimation 2009 (13) ; 361-364.
- [8] S. El Machtani Idrissi, N. El Omri, R. EL Jaoudi, F. Chibani, A. Biaze, A. Dami, S. Bouhsain, S. Ouzzif, L. Chabraoui. La carence maternelle en vitamine B12 : quelles conséquences pour le nouveau-né ? A propos d'un cas marocain. Immuno-analyse et biologie spécialisée (2013)28 ; 362-365.

La vision des utilisateurs en secteur de logistique à la norme ISO 9001 version 2008 et au contrôle de gestion et les sortes d'évolution

[The vision of the users in logistics sector to the ISO 9001: 2008 and the management control and the leads of evolution]

Said EL HOUR¹, Mahjoub AOUANE², and Abdelaziz CHAOUCH²

¹Département Chimie, Université Ibn Toufail, KENITRA, MAROC

²Département Biologie, Université Ibn Toufail, KENITRA, MAROC

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

ABSTRACT: Logistic is creating added value and a key factor for economic development. And improvement of the Moroccan logistics, it's a capital, it could boost the Moroccan economy by promoting cost control of Moroccan companies, which have to ensure effective control and management for the quality management and the management control are trends background of the issues at the heart of business logistics and transportation for effective performance management.

The objective of this article is, firstly, to show that user satisfaction about the quality management and management control is a predictor of business performance, and secondly to determine the levers that quality managers and controllers can behave to maximize satisfaction. From a survey distributed to quality managers and the management controllers of logistics companies, the results open, thereby promising avenues for research.

In terms of results, 93% of selected companies affirm their awareness that the most important benefit of quality management is to ensure the improvement of the quality of customer service for satisfied customers. But just 44 % of companies say that the application of ISO 9001: 2008 allowed to change management practices and implement corporate activity steering reliable tools for the performance.

Also, 86% of the targeted transportation and logistics companies just use general and cost accounting as a management control tools so for most companies other tools are not in place that considers constraints that block the effectiveness of transport companies management control and logistics in Morocco.

Finally, the conception of an organizational tool that combines the management of quality and management control still an essential tool to favour the organizational performance management, the ultimate goal, of transport companies and logistics in Morocco.

KEYWORDS: Logistics, Quality Management, ISO 9001 Version 2008, Management Control, Performance, Cost Management, Competitiveness.

RESUME: La logistique est créatrice de valeur ajoutée et un facteur essentiel pour le développement économique. Ainsi L'amélioration de la logistique marocaine est capitale, elle pourrait dynamiser l'économie marocaine en favorisant la maîtrise des coûts des entreprises marocaines, qui doivent maîtriser et assurer une gestion efficace de management de qualité et de contrôle de gestion qui sont des tendances de fond au cœur des enjeux des entreprises de la logistique et du transport pour assurer un pilotage efficace de la performance.

L'objectif de cet article consiste, en premier lieu, à montrer que la satisfaction des utilisateurs vis-à-vis du management de qualité et de contrôle de gestion est une variable explicative de la performance des entreprises, en second lieu, de déterminer les leviers sur lesquels les responsables qualité et contrôleurs de gestion peuvent agir pour maximiser ladite

satisfaction. A partir d'une enquête diffusée auprès des responsables qualité et des responsables de contrôle de gestion des entreprises de la logistique, les résultats obtenus ouvrent, de ce fait, des pistes de recherches prometteuses.

En terme de résultats, 93% des entreprises questionnées affirment leur conscience que l'avantage le plus important de management de qualité est d'assurer l'amélioration de la qualité du service au client pour avoir des clients satisfaits et fidèles. Par contre, juste 44 % des entreprises affirment que l'application de la norme ISO 9001 version 2008 a permis de faire évoluer les pratiques managériales et de mettre en place des outils fiables de pilotage de l'activité de l'entreprise vers la performance.

Aussi, 86% des entreprises de transport et logistique ciblées utilisent juste la comptabilité générale et analytique comme outils de contrôle de gestion alors pour la majorité des entreprises les autres outils ne sont mis en place ce qui considère comme contrainte qui bloquent l'efficacité du contrôle de gestion des entreprises de transport et de la logistique au Maroc.

Finalement, La conception d'un outil organisationnel qui marie entre le management de qualité et le contrôle de gestion reste un outil organisationnel indispensable pour favoriser le pilotage de la performance le but ultime des entreprises de transport et de la logistique au Maroc.

MOTS-CLEFS: logistique, Management de qualité, ISO 9001 version 2008, Contrôle de gestion, performance, maîtrise des coûts, compétitivité.

1 INTRODUCTION

L'évolution des technologies de l'information et de la communication au secteur de transport et de logistique a rapproché les distances ; réduisant ainsi le monde en un grand marché dans lequel les informations, les capitaux et les marchandises circulent facilement et rapidement. Ces mutations apportent certainement de nouvelles perspectives, mais surtout de nouveaux défis à cause des nouvelles contraintes.

Pour pouvoir surmonter la complexité et les interactions omniprésentes dans ledit marché et dominer les impacts de l'environnement, l'entreprise en tant qu'acteur socio-économique, doit être compétitive pour échapper aux influences de la concurrence acharnée tout en créant des avantages défendables sur le long terme. Pour répondre aux exigences et aux normes de compétitivité, les entreprises de la logistique doivent maîtriser les règles de gestion, la question est véritablement organisationnelles et trouve sa légitimité dans la maîtrise des exigences de gestion efficace afin d'assurer la satisfaction de clients, de réduire les couts et de maîtriser les couts de la non qualité. En effet, le management de la qualité et le contrôle de gestion sont au cœur du fonctionnement de l'activité, car lorsqu'il n'y a pas de contrôle, il n'y a ni performance ni compétitivité.

Afin d'étudier les besoins et les attentes des utilisateurs en matière d'évaluation des exigences de la norme ISO 9001 et de contrôle de gestion , on a mené une enquête auprès de 42 entreprises du secteur de transport et de logistique.

La finalité de cet article est de clarifier la vision et la perception des adoptants de la norme ISO 9001 version 2008 et du contrôle de gestion au secteur de transport et logistique au Maroc et de déterminer les leviers sur lesquels les responsables qualité et contrôleurs de gestion peuvent agir pour assurer un pilotage de la performance.

Au-delà des questions portant sur l'identité des répondants, l'enquête vise à analyser :

- Les avantages et les contraintes de l'utilisation de la norme ISO 9001 et de contrôle de gestion.
- La vision des utilisateurs en matière des modifications ou des ajouts souhaités au travers de plusieurs propositions et suggestions.

En effet, les hypothèses qui peuvent être avancées sont les suivantes :

- Les entreprises enquêtées de secteur de la logistique et du transport ayant une perception positive aux exigences de la norme ISO 9001 version 2008 et au système de contrôle de gestion
- Les exigences classiques de la norme ISO 9001 version 2008 et la faible efficacité de contrôle de gestion constituent un obstacle et un facteur de blocage de gestion efficace des entreprises de la logistique et par conséquent frein de performance.

2 MATERIEL ET METHODES

La norme ISO 9001 version 2008 apporte la preuve de l'aptitude d'un organisme à répondre aux exigences de la qualité et à donner satisfaction aux clients.

Le contrôle de gestion est un appareil administratif, soutenu par une attitude d'esprit, permettant de fournir à la direction et aux divers responsables les informations internes indispensables pour une gestion prévisionnelle et une gestion budgétaire efficaces [1].

Cependant, La complexité des organisations suscite un besoin accru de gestion transversale inter fonctionnelle et de coordination économique [2]. Il s'agit de combiner les outils de pilotage de la performance pour maîtriser les coûts et assurer une amélioration continue.

Dans ce projet nous allons effectuer une étude qualitative sous forme de guide d'entretien avec les entreprises, les résultats de cette étude ont été la base pour construire un questionnaire ; outil de collecte des informations auprès de notre cible afin de connaître la vision des utilisateurs en secteur de transport et logistique de la norme ISO 9001 version 2008 et au contrôle de gestion et les sortes d'évolution. La diffusion du questionnaire a concernée 67 entreprises opérantes dans le secteur de la logistique et le transport dans la grande région de Casablanca dans un objectif d'évaluer et les exigences de la norme et les règles du contrôle de gestion

2.1 PRESENTATION DE LA POPULATION ETUDIEE

Les 67 entreprises contactées sont surtout des PME et des grandes entreprises du secteur de transport et de logistique au Maroc.

Le choix des entreprises de transport et de logistique se justifie du fait que la logistique est actuellement un facteur clef de la compétitivité des entreprises. Les industriels et les universitaires ont pris conscience de l'importance que revêt le développement de cette discipline aussi bien sur le plan de la recherche que sur celui de la pratique quotidienne. Le rôle de la logistique est désormais perçu « tant qu'instrument de la performance des entreprises sur le marché » [3].

L'organisation logistique des entreprises Marocaines génère, à coté de longs délais, des coûts qui pénalisent leurs compétitivités [4]. En effet, la logistique est encore à l'état embryonnaire, le volume du secteur n'est pas large, les entreprises qui exercent leurs activités dans la logistique sont au nombre de 67 dont 51 sont des PME et le reste sont des grandes entreprises (Tableau 1). Les items de notre étude sont précis, formulés à base des études et analyses documentaires [5] et d'une analyse quantitative.

2.2 ECHANTILLONNAGE

Notre étude a concerné un échantillon qualitatif [6], un échantillon de 48 entreprises certifiées ISO version 2008 et qui ont un système de contrôle de gestion sélectionnées auprès de la grande région de Casablanca.

Pour que les données collectées soient fiables, nous avons sélectionné les entreprises qui avaient obtenu leur certification depuis au moins deux ans. En définitive, 48 entreprises de secteurs de transport et de logistique qui ont été retenues pour cette étude. Pour des raisons de confidentialité, les noms de ces entreprises ont été dissimulés.

Tableau 1: la population totale et le taux de réponses

Entreprises	Population totale	Ayant reçu le questionnaire (1)	Nombre de réponses (2)	Taux de réponses % (2)/(1)
PME	51	39	34	87,17
Grandes entreprises	16	9	8	88,88
Total	67	48	42	87,5

Graphique 1:

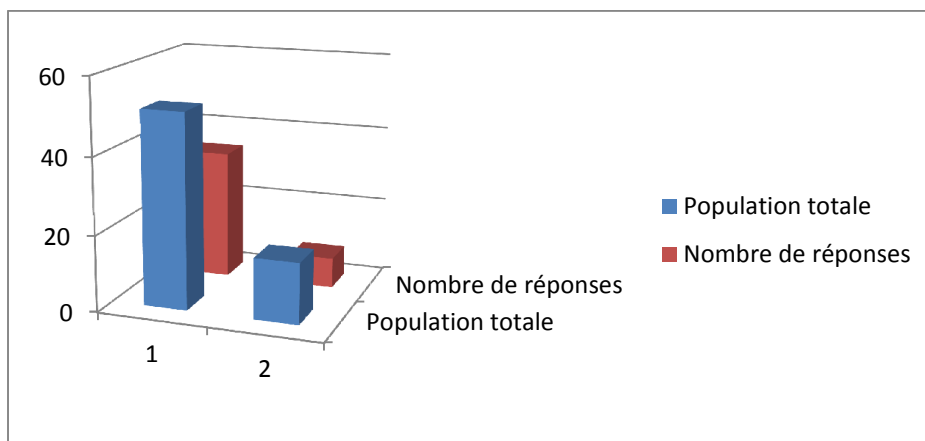


Illustration 1: le tableau présente le volume de la population ciblée des entreprises de transport et de logistique au Maroc, et la répartition de cette population : 51 PME et 16 Grandes entreprises, aussi le nombre des entreprises qui ont répondu au questionnaire.

Le pourcentage des entreprises qui ont accepté de répondre à notre questionnaire est de 87,5%, un taux important qui démontre que les entreprises enquêtées sont intéressées par le thème de cette recherche.

Un instrument de mesure a été élaboré pour les fins de cette étude, il est composé de 22 items. Ces items tentent de répondre aux différents questionnements afin de mieux identifier la vision des utilisateurs en secteur de transport et logistique à la norme ISO 9001 version 2008 et au contrôle de gestion et les sortes d'évolution.

Le questionnaire utilisé dans cette étude comporte deux parties :

- Système Management de Qualité
- Contrôle de Gestion

La constitution du questionnaire (formulation des questions) constitue une phase primordiale du déroulement de toute étude. Les items de notre étude sont précis et la terminologie bien expliquée, ils sont formulés à base des études et analyses documentaires [7] et aussi à base de l'analyse quantitative.

3 RESULTATS

3.1 SYSTEME MANAGEMENT DE QUALITE

Tableau 2 : Les facteurs favorisant l'entreprise à demander la certification ISO 9001 version 2008

Raisons de demander la certification	%
Satisfaction du client	50
Besoins du marché	30
Auto-déclaration de conformité	18
Autres	02

Graphique 2 :

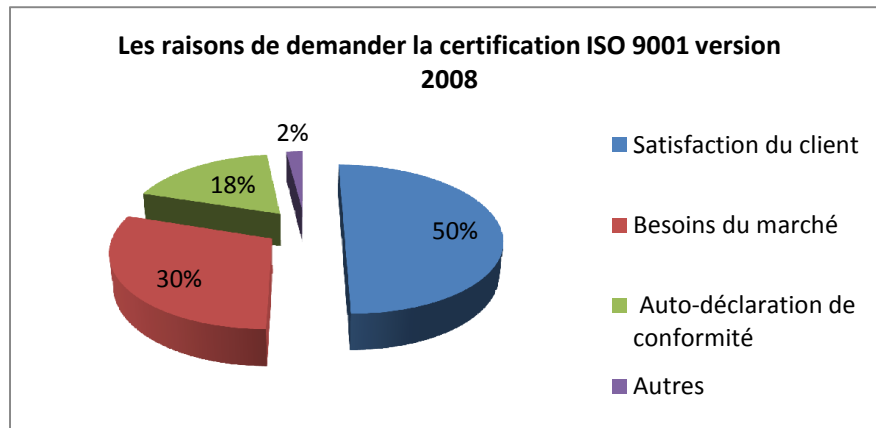


Illustration 2: Les chiffres présentés montrent que le client est le facteur principal qui influence l'organisme à mener une démarche de certification qualité

Tableau 3 : La nécessité de rester limité aux enregistrements et aux six procédures exigées par la norme ISO 9001 version 2008

Rester limité aux enregistrements et aux six procédures	%
Oui	09
Non	56
En fonction de la taille et la structure de l'entreprise	35

Graphique 3 :

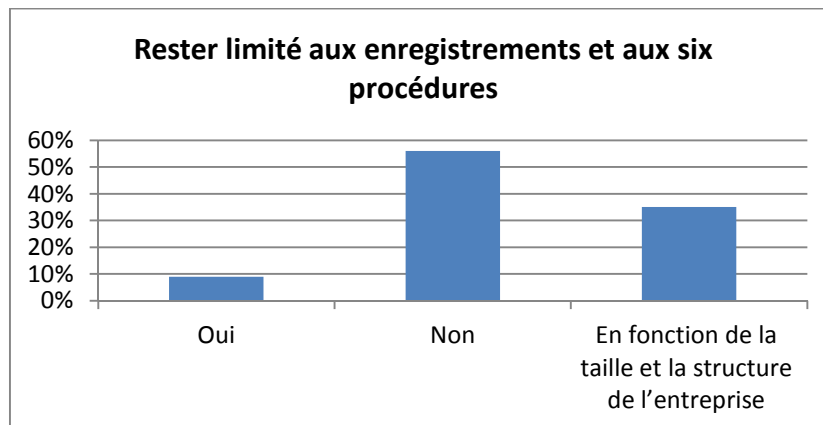


Illustration 3: Le nombre des enregistrements et des procédures d'une entreprise de transport et de logistique restent relatif à la taille et la structure de l'entreprise

Tableau 4 : La norme ISO 9001 version 2008 définit les risques qui peuvent impacter le produit ou le service

La norme ISO 9001 version 2008 définit les risques	%
Oui	18
Non	82

Graphique 4 :

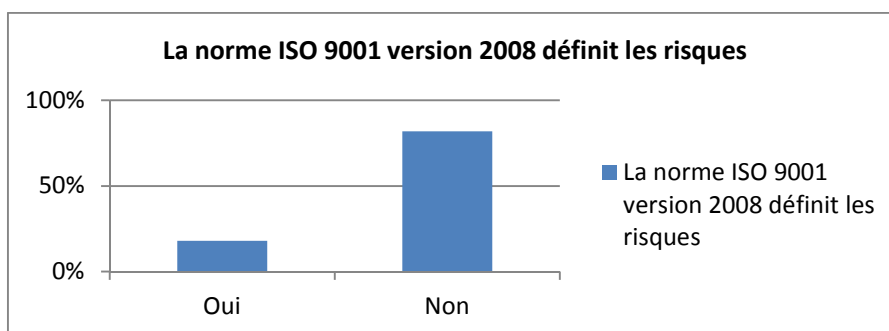


Illustration 4: La maîtrise des risques reste un concept implicite dans la norme ISO 9001 version 2008

Tableau 5 : Valeurs ajoutée du management de la qualité

Acteurs	Valeurs ajoutée	%
L'entreprise	<input type="checkbox"/> Obtention de certificat Qualité	100
	<input type="checkbox"/> Autre	0
Les clients	<input type="checkbox"/> Produit ou un service de bonne qualité	93
	<input type="checkbox"/> Autre	07
Les collaborateurs	<input type="checkbox"/> Méthodes et outils de travail communs et optimisés	75
	<input type="checkbox"/> Autre	2

Graphique 5 :

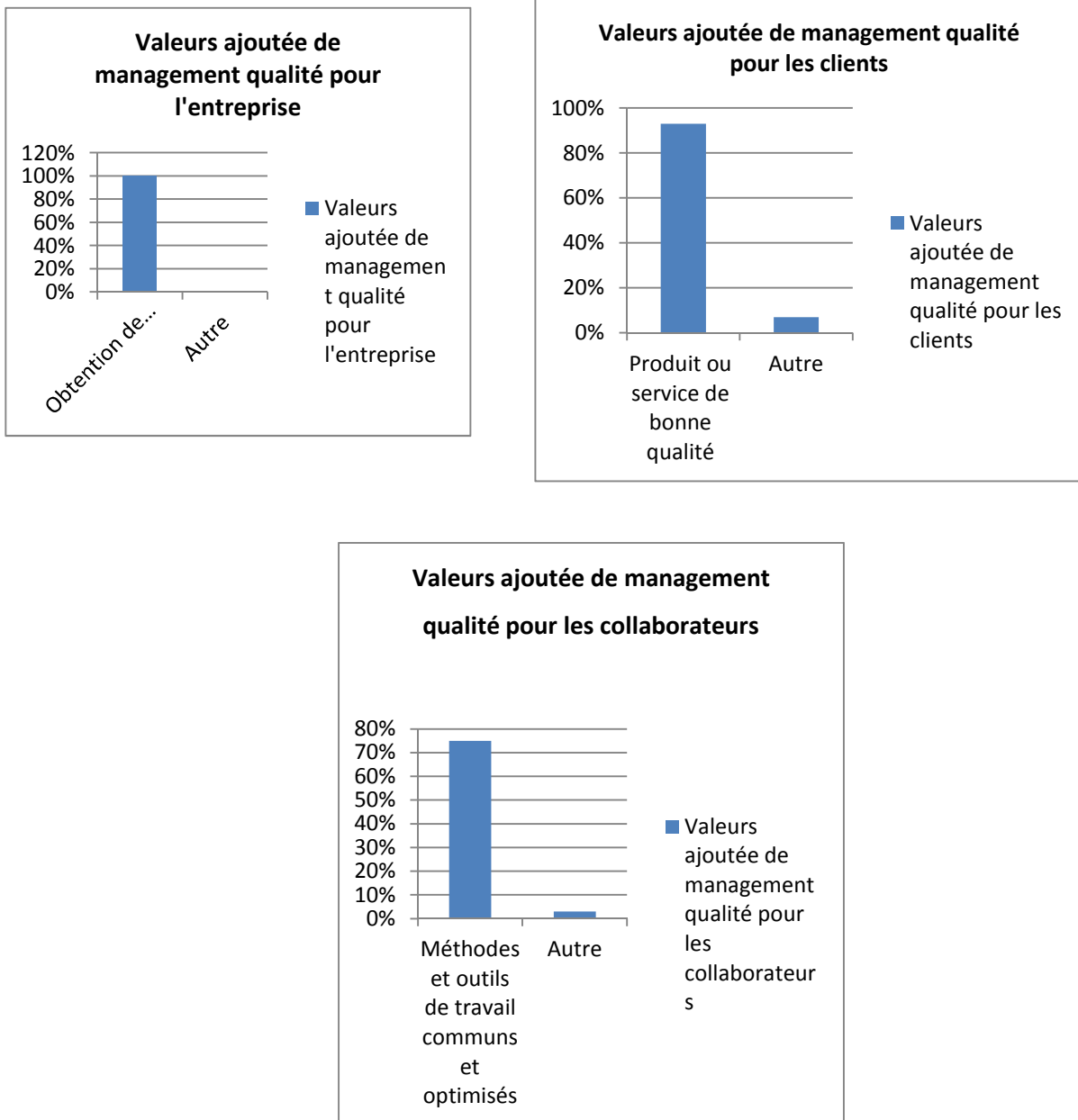


Illustration 5: Obtention de certificat Qualité, avoir un produit ou un service de bonne qualité et avoir des méthodes et outils de travail communs et optimisés sont les principales valeurs ajoutées pour les entreprises, les clients et les collaborateurs.

Tableau 6 : Pertinence de l'ISO 9001 version 2008 dans le futur

Vision des adoptant de la norme 9001 version 2008 au futur	%
Satisfaisante, mais il y a des améliorations à prévoir	05
Demeure d'actualité	90
N'est plus pertinente	05

Graphique 6 :

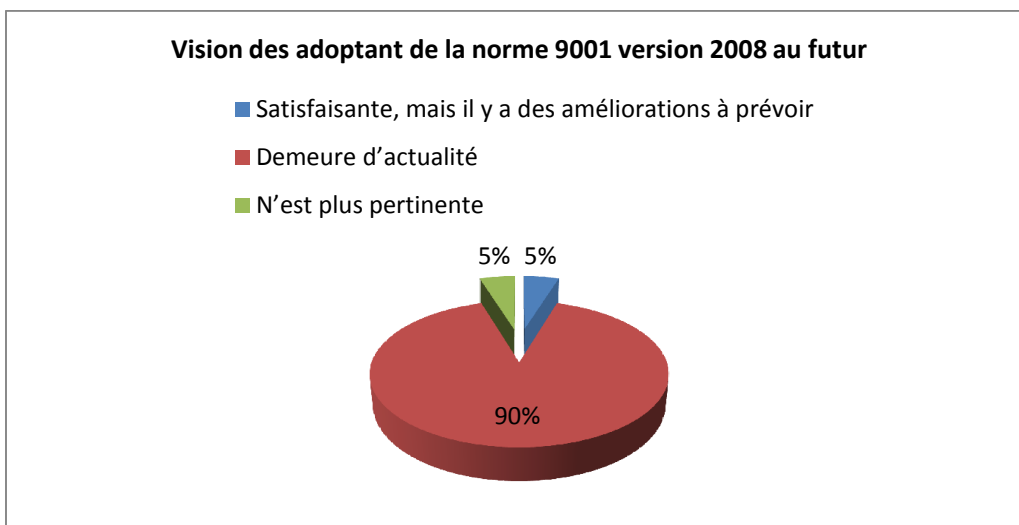


Illustration 6 : Avis positif et favorable envers la norme ISO 9001 version 2008

3.2 CONTROLE DE GESTION

Tableau 7 : l'importance du contrôle de gestion

Nécessité de contrôle de gestion	%
Oui	100
Non	0

Graphique 7 :

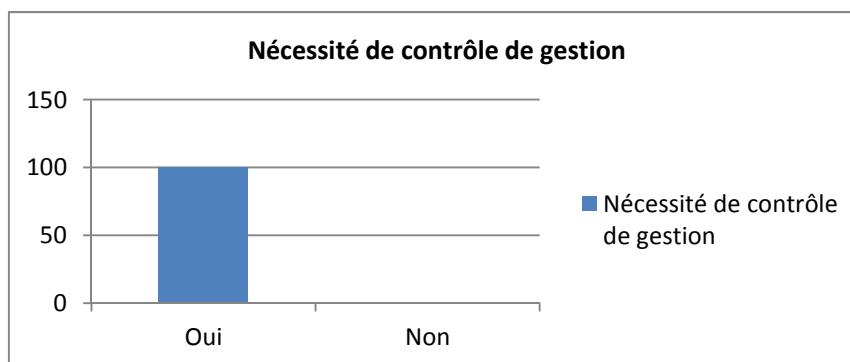


Illustration 7 : le contrôle de gestion est colonne vertébrale pour une entreprise de transport et de la logistique.

Tableau 8 : Les tâches assurées par système de contrôle de gestion

Rôle	%
Contrôle	40
Conseil	36
Prévision	20
Autre	04

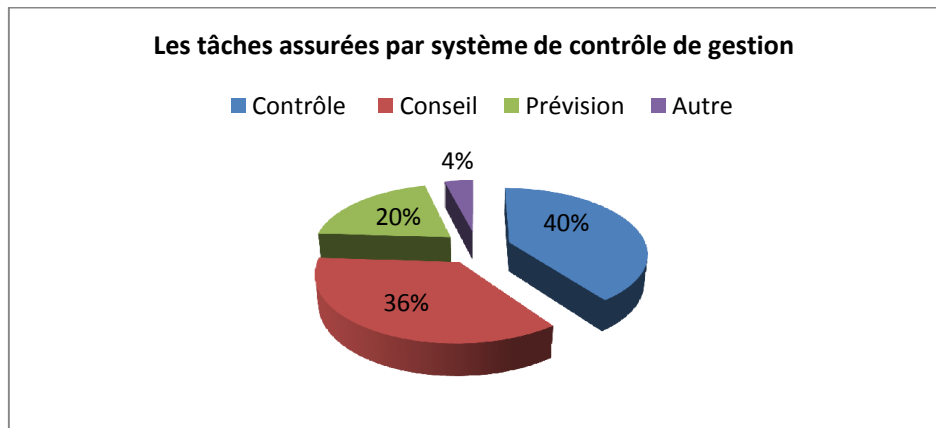
Graphique 8 :

Illustration 8 : Comme son nom l'indique le contrôle de gestion permet d'assurer le contrôle de l'activité de l'entreprise

Tableau 9 : Responsabilité du contrôle de gestion

Responsabilité du contrôle de gestion	%
Contrôleur de gestion	33
Comptable	33,5
Dirigeant	33,5
Autre	0

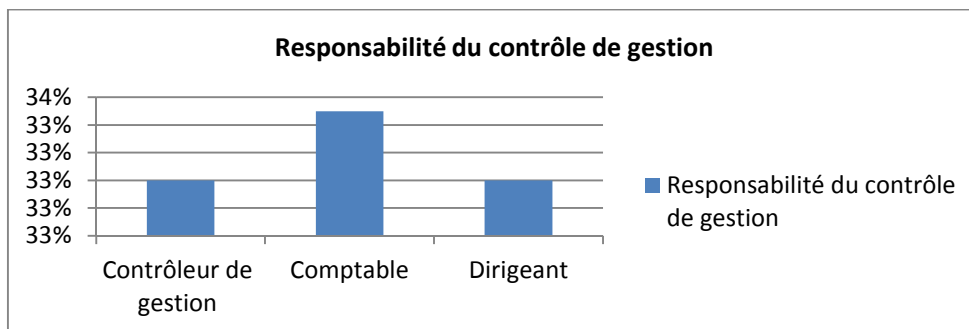
Graphique 9 :

Illustration 9 : 34 des entreprises enquêtées sont des PME c'est pour quoi dans la plupart des entreprises le comptable lui-même qui assure les rôles et les responsabilités de contrôle de gestion

Tableau 10 : les outils de contrôle de gestion les plus utilisés aux entreprises de logistique

Outil utilisé	%
Comptabilité générale	86
Comptabilité analytique	
Gestion budgétaire	54
Tableau de bord	44

Graphique 10 :

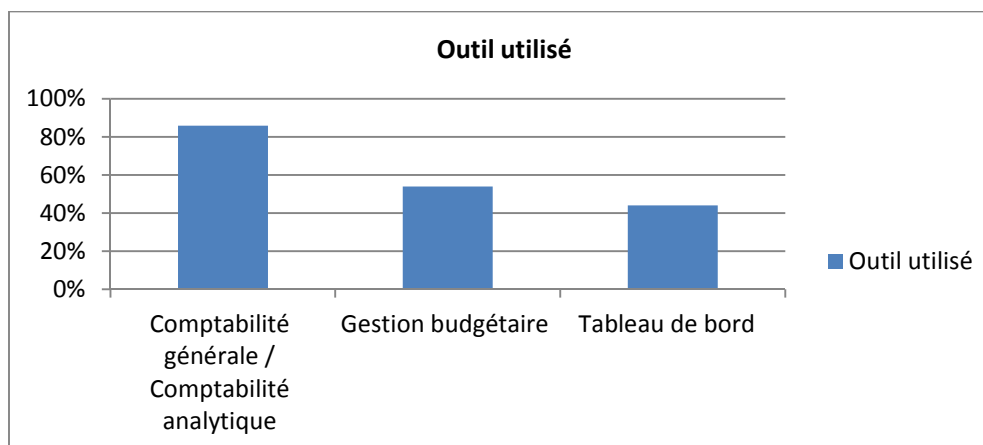


Illustration 10 : l'outil de contrôle de gestion disponible dans la plupart des entreprises PME est celle de comptabilité générale et la comptabilité analytique.

Tableau 11 : la pratique de la méthode de coût à base d'activité "ABC"

Pratiquant la méthode « ABC »	%
<input checked="" type="checkbox"/> Oui	52
<input type="checkbox"/> Non	48

Graphique 11 :

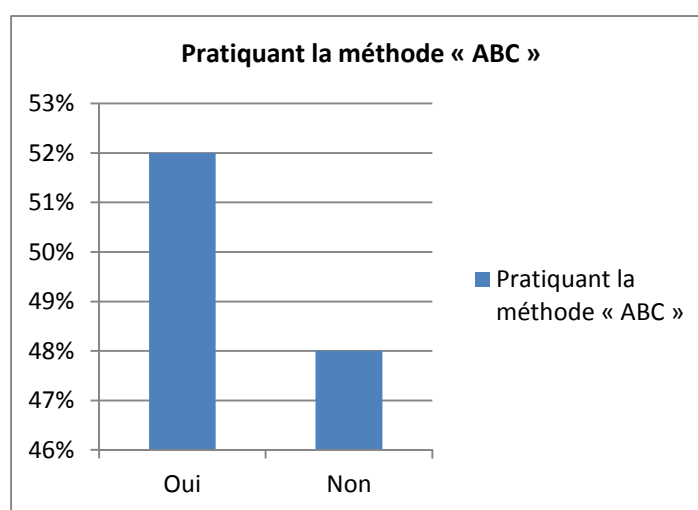


Illustration 11 : Une grande majorité des entreprises enquêtées utilise la méthode « ABC » qui permet d'analyser les coûts par activité

Tableau 12 : l'objectif de la méthode "ABC"

L'objectif de la méthode « ABC »	%
N'est pas connu	30
Un bon pilotage des coûts	24
Identification des sources des coûts	28
Un calcul maîtrisé des coûts de revient	18

Graphique 12 :

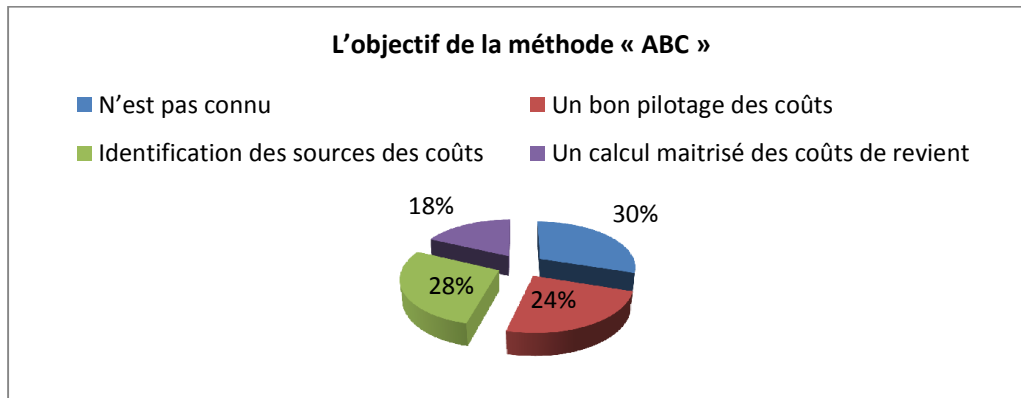


Illustration 12 : l'utilité et les objectifs de la méthode « ABC » reste encore non identifié pour une grande partie des entreprises enquêtées

Tableau 13 : la méthode la plus efficace pour le calcul des coûts

Méthode de calcul des coûts	%
La méthode de centre d'analyse	54
La méthode "ABC"	36
Autre méthode	20

Graphique 13 :

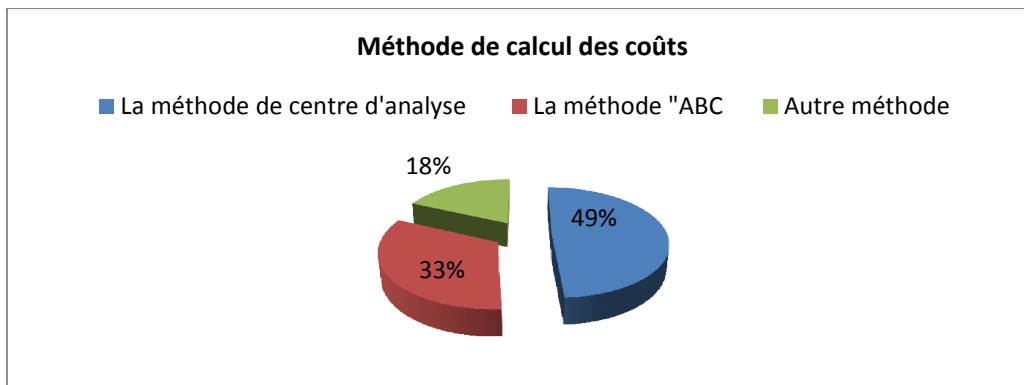


Illustration 13 : Répondre bien aux problèmes de gestion est la raison par laquelle les entreprises déclarent que la méthode de calcul des coûts est la plus efficace pour piloter la performance

4 DISCUSSION

4.1 SYSTEME DE MANAGEMENT DE LA QUALITE

Assurer la satisfaction du client et répondre aux exigences du marché sont les raisons cruciales qui poussent l'entreprise à demander la certification. Il est intéressant de constater que beaucoup de répondants ont entrepris une démarche de certification à la demande de leurs propres clients. D'ailleurs la certification ISO 9001 version 2008 est la reconnaissance, par un organisme de certification accrédité, que les exigences de la norme sont appliquées [8].

56 % des entreprises enquêtées jugent que la norme doit exiger plus d'enregistrements et de procédures pour ne pas se limiter qu'aux six procédures normatives. Ces documents ne sont pas suffisants pour assurer la maîtrise des opérations et activités de l'entreprise.

La notion de maîtrise des risques est exprimé par le concept des **actions préventives** dont les entreprises peinent à en comprendre la finalité et qui sont, par conséquent, très peu formalisées, ainsi la norme ISO 9001 version 2008 ne définit pas les risques qui peut impacter le produit ou le service est la réponse de 82 % des entreprises enquêtées. La norme ISO 9001 version 2008 se limite juste aux **mesures préventives correspondant à des actions, des activités ou techniques requises pour maîtriser les différents risques identifiés ou réduire leur fréquence de survenue à des niveaux acceptables** [9]. **Cela dit, la version 2008** de la norme ISO 9001 évoque (timidement) la notion de risque [10] (À titre indicatif la norme iso9001 Versions 2015 a remédié à ladite anomalie).

Un outil pertinent pour le compte de l'organisation : L'application de la norme ISO 9001 version 2008 a certes permis d'améliorer la satisfaction clients est la réponse de 54% des entreprises ciblées mais elle a permis aussi de faire évoluer les pratiques managériales et de mettre en place des outils fiables de pilotage de l'activité de l'entreprise vers la performance ce qui est affirmé par 44 % des entreprises enquêtées.

L'ISO 9001 a donc une application concrète pour les organisations, elle est un véritable outil au service de l'organisation.

En effet la norme l'ISO 9001 version 2008 est très utilisée aujourd'hui prenant en compte la satisfaction du client par la conformité aux exigences explicites et implicites, elle consiste à améliorer en permanence l'efficacité du système.

Pour la question de la valeur ajoutée apportée par le management de la Qualité ISO 9001 à l'entreprise, à ses collaborateurs, et à ses clients ; La totalité des entreprises ont répondu c'est l'obtention du certificat de la Qualité ISO 9001 valable pour 3 ans, délivré par un organisme certificateur et qui représente un avantage discriminatoire intéressant vis-à-vis des ses concurrents. Aussi l'augmentation des recettes et des parts de marché résultant de la souplesse et de la rapidité des réactions face aux opportunités du marché [11].

93% des entreprises questionnées affirment leur conscience de la valeur ajoutée de management de qualité en matière d'amélioration de la qualité du service au client, des clients satisfaits et fidèles.

Satisfaction ou insatisfaction : Concernant les options possibles quant à la révision de la norme ISO 9001, 90 % des réponses ont exprimé un avis positif envers la norme ISO 9001 version 2008 quant au 5% des répondants ont déclaré leur satisfaction à condition que des rectifications doivent être y apportées liées bien entendu aux besoins et attentes des utilisateurs.

4.2 CONTROLE DE GESTION

Concernant la vision des partisans du contrôle de gestion on remarque que :

Toutes les entreprises enquêtées confirment que le contrôle de gestion est nécessaire pour la vie de l'organisation vue l'importance allouée à cet outil par la définition des finalités et des objectifs généraux de l'entreprise d'une part, et l'élaboration de la stratégie à adopter pour orienter la gestion vers la réalisation des objectifs fixés d'autre part, d'après Anthony, le contrôle de gestion est le processus par lequel les managers influencent les autres membres pour mettre en œuvre les stratégies de cette organisation [12].

Pour la majorité des entreprises ciblées, le contrôle de gestion assure en premier lieu les tâches de contrôle et de conseil et en second lieu la tâche de prévision en raison de leur importance dans la gestion des activités des entreprises. Pour atteindre ces rôles clés, deux conditions sont primordiales pour le succès du contrôle de gestion, celle de l'adhésion des acteurs et l'implication de la direction, car "Il n'y a pas de contrôle sans un minimum d'adhésion des individus" [13].

Pour les deux tiers des entreprises ciblées, le comptable et le dirigeant sont les personnes qui exécutent les techniques du contrôle de gestion, alors que pour le tiers restant, c'est le contrôleur de gestion qui est chargé d'exécuter les techniques de contrôle de gestion. Cela peut l'expliquer par la dominance des petites moyennes entreprises caractérisées par des structures simples et un petit chiffre d'affaire (société à responsabilité limitée).

La position de contrôle de gestion, chez 66 % des entreprises ciblées, est intégrée soit à la direction générale soit à la fonction financière. Alors que 34% des entreprises, c'est la fonction de la comptabilité qui utilise les techniques du contrôle de gestion. La taille est la première raison expliquant l'absence d'une fonction indépendante en effet la position du contrôle de gestion s'axe autour du conseil et se positionne au centre des décisions des grandes entreprises quant aux petites et moyennes entreprises, le contrôle de gestion est peu formalisé et qui ne consiste à agir que lorsque des difficultés subites apparaissent.

98% des entreprises ciblées affirment que l'existence d'une relation entre le contrôle de gestion et les autres fonctions de l'organisation a lieu. Cette relation est nécessaire pour cohérer les actions de contrôle de gestion avec les autres fonctions afin de maîtriser la performance de l'organisation.

68% des responsables des entreprises ciblées ont déjà entendu par la notion de performance, comme le définit Lorino « est performance dans l'entreprise, tout ce qui, et seulement ce qui, contribue à atteindre les objectifs stratégiques » [14]. Par contre 12% des responsables n'ont aucune information sur cette notion.

Pour 44% des entreprises ciblées, la performance est atteinte lorsque le maximum de résultat est atteint avec un minimum de coûts, et pour 42% des entreprises enquêtées la performance obtenue lorsque les objectifs sont atteints. Ainsi la performance dans une organisation est le résultat de la combinaison entre des éléments d'efficience et d'efficacité [15].

Concernant les outils de contrôle de gestion les plus utilisés au sein des entreprises, 86% des entreprises ciblées utilisent la comptabilité générale et analytique, alors que 54% des entreprises utilisent la gestion budgétaire et enfin 44% des entreprises utilisent le tableau de bord. Cela montre la simplicité et l'importance de la méthode de calcul des coûts.

52% des entreprises ciblées utilisent la méthode ABC, cette méthode a su convaincre un certain nombre de praticiens par ses qualités intrinsèques [16], Cela peut s'expliquer par la volonté des entreprises de retrouver une traçabilité satisfaisante des flux internes ainsi que le désir de réintroduire un lien de causalité dans le calcul du coût des produits.

La majorité des entreprises ciblées pratiquent la méthode ABC en visant en premier lieu un bon pilotage de coûts, en second lieu une recherche de véritables causes des coûts et en troisième lieu un calcul des coûts de revient plus fiable et pertinent. Pour Xavier BOUIN et François Xavier SIMON, l'approche ABC est plus pertinente que l'approche traditionnelle.

53.3% des entreprises ciblées affirment que la méthode de centre d'analyse est la plus efficace pour calculer les coûts. Selon Thierry Jacquot et Richard Milkoff dans leur livre (Comptabilité de gestion) : « la méthode des centres d'analyse sert de moyen de traitement des charges pour le calcul de coûts complets "corrects et précis" » Car elle est axée sur une analyse par produit ou service, elle propose, à partir d'un découpage des charges directes et indirectes, une affectation et une imputation de tous les coûts sur les produits, selon des clefs ou des d'œuvre.

73.5% des entreprises ciblées déclarent l'utilisation de tableau de bord, par contre 26.5% ne l'utilisent pas, parce qu'il constitue un instrument de contrôle et de comparaison, un outil de dialogue et de communication. Aussi un outil de pilotage de la performance de l'entreprise. En effet le tableau de bord est apparu comme l'instrument du suivi du contrôle de gestion chargé d'accueillir tous les indicateurs non financiers [17].

Les quasi-totalités des entreprises ciblées déclarent l'importance du contrôle de gestion dans la maîtrise de la performance car il est considéré comme une aide au pilotage de l'efficacité et l'efficience d'une entreprise par le biais des indicateurs et outils qu'il propose. En effet, Le contrôle de gestion apparaît comme un instrument de pilotage [18].

46.5% des entreprises ciblées déclarent que la méthode de calcul des coûts est la plus efficace pour piloter la performance car elle répond bien aux problèmes de gestion que posait une situation d'économie de production. Toutefois, l'architecture de calcul des coûts est variable selon les entreprises [19].

Le pilotage de l'organisation constitue une réponse très importante du contrôle de gestion pour piloter la performance chez 87% des entreprises ciblées. Pour 45% des entreprises la réponse du contrôle de gestion pour le pilotage de la performance réside dans le pilotage de l'efficacité et l'efficience et l'adaptation aux problèmes de gestion. Par contre seulement 20% des entreprises considèrent le pilotage de la valeur comme une réponse offerte par le contrôle de gestion pour piloter la performance de l'entreprise.

5 CONCLUSION

Généralement, il ressort de cette enquête que la norme ISO 9001 restes toujours opportune, appropriée et d'actualité. Elle a besoin d'évoluer mais juste avec des changements mineurs. Elle doit certes être complétée et enrichie par des améliorations et des nouveautés notamment en prenant en considération de nouveaux concepts tels que le management des risques, la performance, la stratégie, gestion financière, la rentabilité ..., mais un attention particulier doit avant tout être portée sur sa bonne application.

L'évolution de la norme ISO 9001 version 2008 permettra aux entreprises du secteur de logistique de s'engager dans la démarche Qualité, permettant de se fixer des objectifs et un niveau de qualité à atteindre [20]. Ainsi la norme ISO 9001 version 2008 est reconnue comme l'un des facteurs de succès et de pérennité des entreprises.

La logistique a participé aux mutations nécessaires des modèles d'organisation. L'objectif ultime reste, bien entendu, la maximisation des gains, d'ailleurs, Les objectifs de l'entreprise découlent de sa mission, les plus courant sont : augmenter la rentabilité, augmenter la valeur de l'entreprise, accroître le chiffre d'affaire [21] ...etc, mais pour les atteindre, il ne suffit plus de s'attacher à réduire les coûts. L'entreprise doit intégrer de nouveaux enjeux et des nouvelles contraintes, où le management de qualité devient une condition majeure de succès dans un environnement concurrentiel de plus en plus international et technologique, et aussi il devient nécessaire aussi de disposer d'un système de contrôle fiable et efficace pour aider à la prise des décisions correctement.

La vision des adoptants en secteur de transport et logistique à la norme ISO 9001 version 2008 et au contrôle de gestion et les sortes d'évolution dépend des caractéristiques des entreprises (taille, structure, statut, autonomie), mais elles ne sont pas seules en lice : ce sont les acteurs plus exactement les engagements de leadership qui vont jouer le rôle déterminant et permettre, ou non, le développement des systèmes de contrôle.

Finalement, la problématique du management de qualité et du contrôle de gestion devient celle de la créativité, c'est-à-dire la capacité de ce dernier de créer de la valeur ajoutée et d'influencer les acteurs et les intervenants pour qu'ils mettent en œuvre des actions concrètes permettant d'assurer l'amélioration continue et de la performance de l'entreprise, donc on parle de management de qualité et de contrôle de gestion créatifs.

6 REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer, aux responsables qualité et aux contrôleurs de gestion des entreprises de transport et de logistiques enquêtées, notre profonde reconnaissance pour la confiance qu'ils nous ont accordée, l'audace et la largeur de vue dont ils ont fait preuve à toutes les étapes de cette enquête.

Nous remercions tout particulièrement Mr TALAL Mohammed, président de la commission logistique CGEM (Confédération Générale des Entreprises du Maroc), et Mme AKOURI Naima Chef de Département Certification de IMANOR (Institut Marocain de Normalisation) et Mr BOURKADI Saâd Chef de Département Ressources et Information au même institut pour l'accueil agréable et pour l'aide qu'il nous a apporté pour effectuer ce travail.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre totale reconnaissance.

REFERENCES

- [1] Toussaint, J. C. « Méthodes de direction du marketing » Dunod 1969 à Paris, 116 pages
- [2] Patrick BESSON et Henri BOUQUIN, « Identité et légitimité de la fonction contrôle de gestion », in Revue Française de Gestion, janvier février 1991, p. 60.
- [3] European Conference of Ministers of Transport, « Tables Rondes CEMT Les nouvelles tendances de la logistique en Europe Rapport de la cent-quatrième table ronde d'économie des transports tenue à Paris les 3-4 octobre 1996 », éditeur : OECD Publishing, 1997, 192 pages.
- [4] Abdelali Bensaghi Naciri, Jean-Christophe Boungou Bazika, « Repenser les économies africaines pour le développement », Dakar : CODESRIA, 2010, 264 pages
- [5] Laurence bardin, « L'analyse de contenu », éditeur : Presses Universitaires de France – PUF, date de publication : 18 avril 2007, Série: Quadriges Manuels, 291 pages

- [6] Nous employons le terme échantillon dans le sens d'échantillon qualitatif. A la différence des chercheurs quantitatifs qui recherchent de multiples cas décontextualisés et visent une représentativité statistique, notre recherche s'intéresse à de petits échantillons. Il ne s'agit pas de généraliser les résultats obtenus à toutes les entreprises, car l'échantillon ne représente pas statistiquement la population mère, mais permet de comprendre un phénomène en profondeur.
- [7] L'analyse documentaire c'est : "l'opération ou ensemble des opérations visant à représenter le contenu d'un document sous une forme différente de sa forme originelle afin d'en faciliter la consultation ou le repérage dans un stade ultérieur". Laurence bardin, L'analyse de contenu, Puf, Paris, 1977, page 50.
- [8] Geneviève Durand, Jean-Louis Beaudeau « Biochimie médicale: Marqueurs actuels et perspectives », Lavoisier, 9 sept. 2011 - 607 pages
- [9] Michel SFEZ et Patrick TRIADOU « Qualité et gestion des risques en établissement de santé » ÉDITIONS LAMARRE 06/2005
- [10] Christophe Villalonga, Claude Pinet « Le guide du parfait auditeur interne qse + réinventer sa démarche processus » Lexitis Editions (12 avril 2013), 472 pages
- [11] Michel Jaccard « Objectif qualité : Introduction aux systèmes de management de performance et de durabilité » PPUR (16 juillet 2010), 392 pages
- [12] Sophie Marquet-Pondevil « Le contrôle de gestion environnemental: Une approche théorique contingente et une étude empirique du cas des entreprises manufacturières belges », Presses univ. de Louvain, 1 janv. 2003 - 269 pages
- [13] Henri Bouquin. 1991. Op. cit. Page 100.
- [14] Wilfried Niessen, Anne Chanteux, Marcel-Jean Paquet « Les tableaux de bord et Business Plan », Edipro (1 mai 2005), 367 pages
- [15] Alidou Ouédraogo « Alliances stratégiques dans les pays en voie de développement, spécificité, management et conditions de performance » Publibook 2 (2 mars 2004), 341 pages
- [16] Thierry Jacquot, Richard Milkoff, Jérôme Caby « Comptabilité de gestion », Pearson; Édition : 2 (18 mars 2011), 256 pages
- [17] Bertrand Duchéneaut, « LES DIRIGEANTS DE PME. Enquête, Chiffres, Analyses pour mieux les connaître » Maxima Laurent du Mesnil éditeur (1 novembre 1998), 516 pages
- [18] Mustapha Ben Letaief « L'etat et les entreprises publiques en Tunisie » (Collection Logiques juridiques) (French Edition), L'Harmattan (1998), 478 pages
- [19] Ulrike Mayrhofer, « Marketing », bréal 02/05/2013, 157 pages
- [20] Laurence Pitet « La qualité à l'officine », Groupe Liaisons (1 septembre 2007), Page 202
- [21] Jean-louis Amelon, Jean-Marie Cardebat, « Les nouveaux défis de l'internationalisation : Quel développement international pour les entreprises après la crise ? », DE BOECK; Édition : 1 (16 avril 2010), 432 pages

Essais de Transtérifications comparées par méthanolyse et éthanolyse de l'huile de palme: Mesure de la densité et de la viscosité en relation avec la structure moléculaire

[Transesterification tests compared by methanolysis and ethanolysis of palm oil: Measurement of density and viscosity in relation to the molecular structure]

Edmond Konan KOUASSI^{1,2}, Abollé ABOLLE², Benjamin YAO³, and David BOA⁴

¹Laboratoire de Procédés Industriels, de Synthèse, de l'Environnement, et des Energies Nouvelles, Groupe des Procédés et Environnement, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Thermodynamique et Physico-Chimie du Milieu, UFR Sciences Fondamentales et Appliquées ; Université Nangui Abrogoua ; 02 Bp 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Procédés Industriels, de Synthèse, de l'Environnement, et des Energies Nouvelles, Groupe des Procédés et Environnement, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire de Thermodynamique et Physico-Chimie du Milieu, UFR Sciences Fondamentales et Appliquées ; Université Nangui Abrogoua ; 02 Bp 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: The use of vegetable oils as fuel for diesel engines has known many approaches since the implementation of this type of engine. Existing engines had a loss of power and some cold ignition problems, when it was tested with only crude oil. Consequently, it was immediately realized that we had to make special motors or to produce biofuels whose characteristics are similar to diesel. Thus, the present study focused on comparing the methanolysis and ethanolysis in alkaline-catalysed by studying the relationship between the density, viscosity of biodiesel with their molecular structure. It appeared from this study that biodiesel derived from the methanolysis is closer to conventional diesel than biodiesel derived from the ethanolysis. Furthermore, analysis of the molecular structures of these fluids explained the difference of the density and kinematic viscosity of the biodiesels. However, it has been shown through the study that these two biodiesels are Newtonians.

KEYWORDS: palm oil, methanolysis, ethanolysis, density, viscosity, molecular structure.

RESUME: L'utilisation des huiles végétales comme carburant des moteurs diesels a connu, depuis la mise en œuvre de ce type de moteurs, de nombreuses approches. Les moteurs existant ayant connu des problèmes de perte de puissance et de démarrage à froid, lors des essais réalisés exclusivement avec les huiles brutes, on s'est tout de suite rendu compte qu'il fallait soit des moteurs spéciaux, soit des biocarburants synthétisés dont les caractéristiques sont proches du gazole. Ainsi, la présente étude s'est focalisée sur la comparaison de la méthanolyse et l'éthanolyse en milieu basique en étudiant la relation entre la densité et la viscosité des biodiesels avec leur structure moléculaire. Il ressort de cette étude que le biodiesel issu de la méthanolyse se rapproche plus du diesel conventionnel que le biodiesel issu de l'éthanolyse. De plus, l'analyse des structures moléculaires de ces fluides a permis d'expliquer la différence de la densité ainsi que de la viscosité cinématique des biodiesels. Toutefois, il a été prouvé au travers de l'étude que ces deux biodiesels sont newtoniens.

MOTS-CLEFS: Huile de palme, méthanolyse, éthanolyse, densité, viscosité, structure moléculaire.

1 INTRODUCTION

La demande énergétique dans le monde connaît aujourd'hui une croissance vertigineuse due principalement au développement des secteurs du transport et de l'industrie [1]. Aussi, les sources pétrolière et hydroélectrique s'avèrent-elles insuffisantes pour répondre à ce besoin. Pour se mettre à l'abri de la rupture, les pays pétroliers tentent de ralentir l'exportation de leurs réserves [2]. Cette attitude est à l'origine des diverses fluctuations et augmentations du prix du pétrole, entraînant des conséquences économiques dans le monde entier et plus particulièrement dans les pays en voie de développement.

Aussi, l'exploitation de l'énergie fossile a-t-elle des effets néfastes sur l'environnement dont l'échauffement de la terre et le changement climatique [3], [4].

Toutes ces raisons ont amené des chercheurs à se tourner vers la biomasse qui est l'ultime solution indiquée particulièrement au cours de ces dernières années [1], [5].

Les huiles végétales, en raison de leur disponibilité en zone tropicale et surtout par le fait qu'elles se présentent sous forme de « produits finis » sont visées pour être exploitées à des fins de biocarburant [6]. Toutefois, la viscosité et la densité des huiles sont des paramètres déterminants dans le cadre de leur utilisation comme carburant. Elles exercent une influence sur le fonctionnement des systèmes d'injection (débit, pression maximale, l'instant d'injection) et sur le mécanisme de pulvérisation des jets de combustible dans la chambre de combustion [7].

De ce fait, la viscosité élevée des huiles végétales a incité certains utilisateurs à les réchauffer avant l'injection, à chauffer les filtres, à les diluer dans du gazole ou bien à modifier les injecteurs pour avoir des passages moins étroits engendrant une modification des moteurs [8]. Pour ces raisons, l'utilisation directe des huiles brutes s'avère techniquement impraticable pour les moteurs diesel traditionnels ; d'où la nécessité de procéder à leur transformation [8], [9]. Quatre voies s'offrent aux chercheurs à cet effet: la dilution, la microémulsification, la pyrolyse et la transestérification [1].

La dernière consiste à faire réagir un alcool sur l'huile végétale dans des conditions douces. Elle est l'une des voies indiquées pour la valorisation des huiles végétales sans mélange au carburant fossile et offre la possibilité d'une industrialisation permettant de disposer de la glycérine comme sous-produit destiné aux industries cosmétique, pharmaceutique, etc.

En effet, la transestérification est une réaction chimique au cours de laquelle des esters sont transformés en d'autres esters par échange des groupements alkyles [10]. Cette réaction peut se faire soit par alcoolyse (réaction d'un alcool sur un ester), soit par acidolyse (réaction d'un acide sur un ester) ou par estérolyse (réaction d'un ester sur un autre ester).

Ces trois formes de transestérification peuvent avoir lieu dans l'huile [10]. Mais, dans le but d'obtenir des esters carburants de poids moléculaires voisins du gazole, la transestérification par alcoolyse a été effectuée dans le cadre de ces travaux.

Ainsi, la transestérification des huiles végétales se fait par réaction d'un triglycéride avec un alcool en présence d'un catalyseur. On obtient un mélange de glycérol et d'esters alkyles selon l'équation du schéma 1 [1], [2].

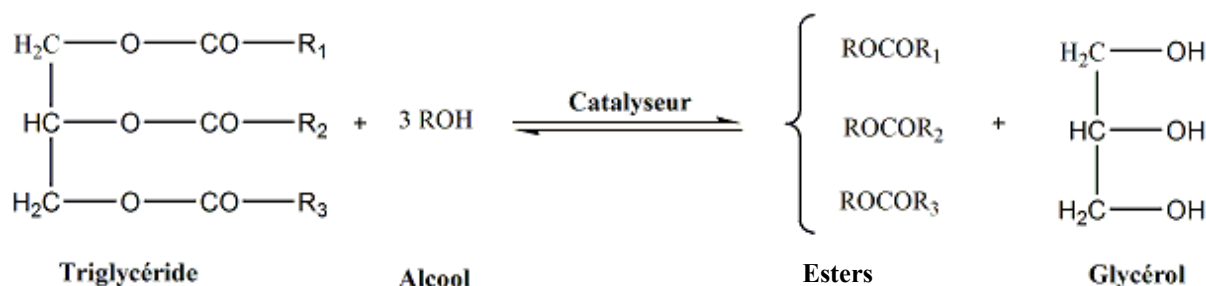


Schéma 1. Equation bilan de la transestérification des huiles végétales

Cette réaction se fait selon le mécanisme réactionnel en catalyse basique décrits par Schuchardt et al. (1998) [11] sur le schéma 2.

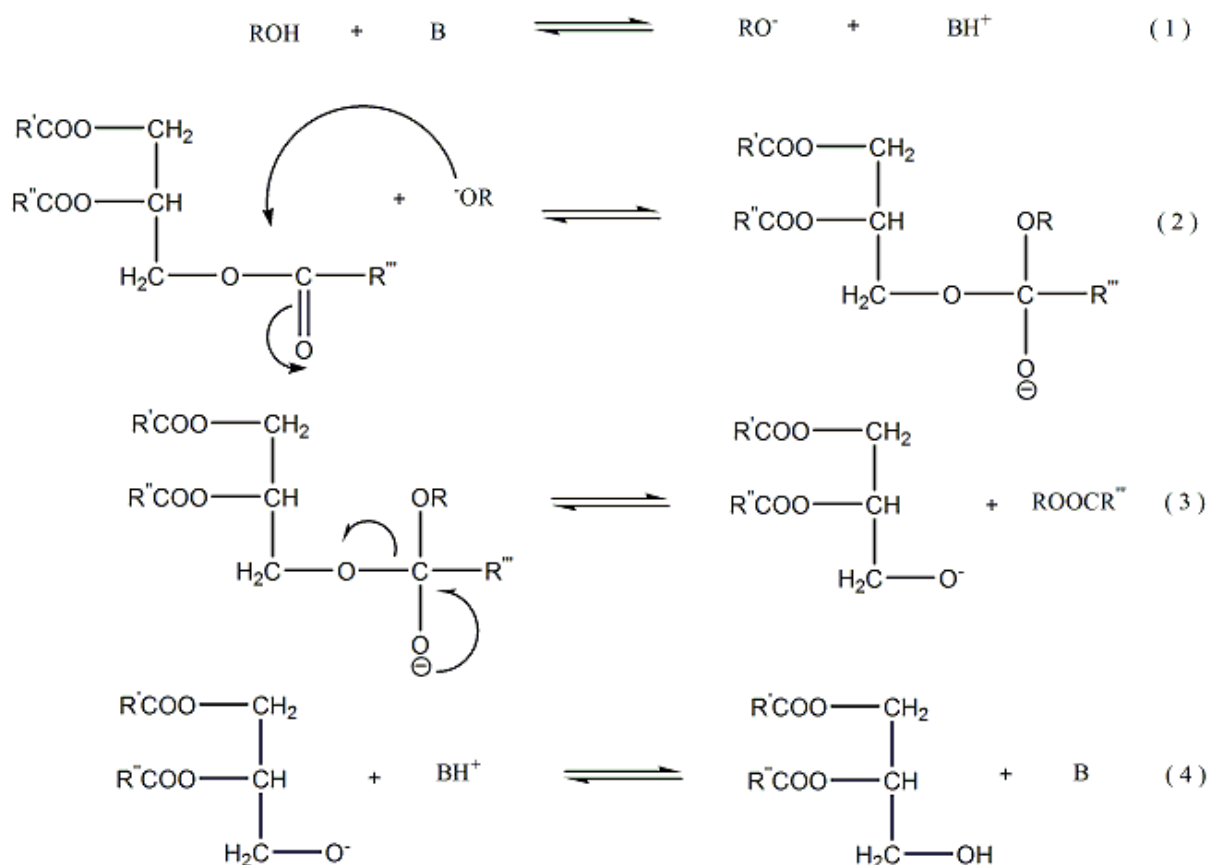


Schéma 2. Mécanisme réactionnel de la transtestérification en catalyse basique

Parallèlement à la transtestérification, l'alcool estérifie les acides gras libres présents dans l'huile.

Plusieurs facteurs sont déterminants dans la réalisation de la transtestérification. Ce sont entre autres : le type d'alcool, le type de catalyse, le ratio molaire alcool/huile végétale, la température, la pression, la durée de la réaction etc [5].

Il existe trois types de catalyseurs pour une réaction de transtestérification qui sont les catalyseurs basiques, les catalyseurs acides et les autres catalyseurs principalement composés d'alcoolates ou oxydes de métaux et des catalyseurs enzymatiques [12].

Les catalyseurs basiques tels que l'hydroxyde de potassium (KOH) et l'hydroxyde de sodium (NaOH) sont généralement utilisés en lieu et place des catalyseurs acides lors de la transtestérification des huiles végétales car ils sont bon marché et sont moins corrosives que les catalyses acides [13].

Les huiles utilisées comme matière première pour la production de biodiesel peuvent être classées en deux (2) grands groupes : les huiles comestibles et les huiles non comestibles. Toutefois, rappelons que la Côte d'Ivoire est le premier pays producteur et exportateur d'huile de palme en Afrique de l'ouest et qu'elle exporte une bonne part vers la Malaisie qui est elle-même premier pays producteur et exportateur au monde. Cette étude pourrait non seulement permettre aux entreprises productrices d'huile de palme de s'auto-suffire en énergie afin que l'huile soit à moindre coût sur le marché ivoirien, mais aussi mettre sur le marché du biocarburant dans le but de contrôler et préserver les réserves de pétrole [14], [15].

En complément aux précédents travaux effectués, la présente étude entend valoriser l'huile de palme dans la production de biodiesel. Il s'agit donc ici de comparer la méthanolyse et l'éthanolyse et établir une relation entre la densité, la viscosité avec la structure moléculaire des différents biodiesels.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATIERE PREMIERE

L'huile de palme utilisée pour nos manipulations a été produite industriellement par l'huilerie de la société SOGB. L'extraction par pressage a été employée pour la production de l'huile de cette huile. Les différentes grandes étapes de cette production sont : la réception, l'extraction, la clarification [10]. Le schéma synoptique du processus de fabrication de l'huile de palme est présenté sur la figure 1 [10]. L'huile de palme ainsi obtenue a été caractérisée selon les méthodes citées dans le tableau 1.

2.2 SYNTHÈSE DES BIODIESELS

Le matériel de synthèse est constitué d'un cristalliseur, d'un fluide caloporteur, d'un ballon tricolore servant de réacteur surmonté d'un réfrigérant, d'un barreau aimanté, d'un agitateur magnétique chauffant, des ampoules à décanter, d'un thermomètre et de la verrerie courante de laboratoire.

La synthèse des biodiesel s'est déroulée en catalyse basique avec du l'hydroxyde de potassium (KOH) 98% provenant de Merck, avec deux solvants (du méthanol 99% et de l'éthanol 96% provenant de Carlo Erba). Cette synthèse a été réalisée avec un ratio molaire alcool/huile de 6:1 et du KOH de 1% (en masse) par rapport à l'huile.

Les différentes étapes du procédé de transestérification sont successivement : le chauffage de l'huile; l'ajout de l'alcool et du catalyseur; la réaction ; la séparation du biodiesel et du glycérol.

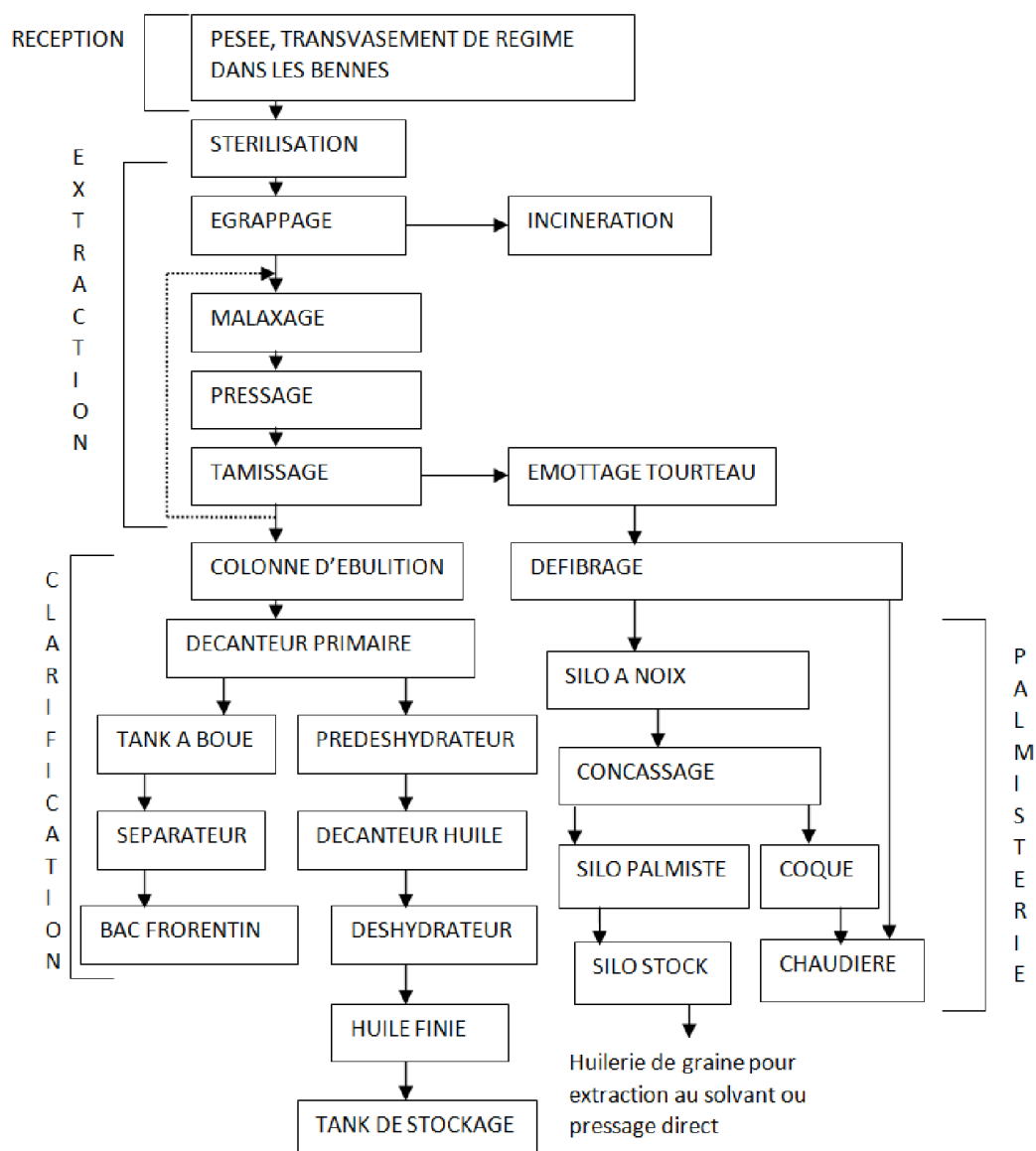


Fig. 1. Schéma synoptique de la production de l'huile de palme

2.3 CARACTERISATION DES PRODUITS

L'appareillage utilisé pour effectuer les analyses est constitué d'un réfractomètre (ABBE WYA-IS); d'un viscosimètre à chute de bille (PHYWE) et d'un viscosimètre à tube capillaire (HVU 482), d'un densimètre (DMA 4500 M), d'une balance numérique (OHAUS) de précision 0,001g et d'une balance numérique (Satorius) de précision 0,1 g d'un rotavapor (BÜCHI), d'une étuve (Memment West) et de la verrerie courante de laboratoire.

Les caractéristiques physicochimiques des produits étudiés ont été déterminées selon les normes AFNOR (1988) [16]; AFNOR (1999) [17] et ASTM ou par calcul d'après Ayuk et al. (1999) [18]; Batel et al. (1980) [19] et Aliou, (1996) [20]. Ce sont : l'indice d'acide, d'ester, de peroxyde, d'iode, de saponification et la teneur en eau et matières volatiles, la densité, la viscosité, l'indice cétane, l'indice de réfraction, et le pouvoir calorifique. Le tableau 1 donne un résumé des normes et des méthodes employées pour la caractérisation physicochimique des produits étudiés.

Tableau 1. Normes et méthodes de caractérisation physicochimique des produits étudiés

Caractéristiques physicochimiques	Normes ou méthodes
Indice d'acide et l'acidité	NFT60-204
Indice d'iode	UICPA 2.205
Indice de saponification	NF T 60-220
Indice d'ester	calculé
Indice de peroxyde	NE 1-2-50
Teneur en insaponifiables	NF T60-205N
Teneur en eau et en matières volatiles	NF T 60-201
Densité	ASTM D 4052 – 96
Viscosité cinématique	ASTM D445 – 11a.
Indice de réfraction	UICPA 2.102
Pouvoir calorifique inférieur	calculé
Indice de cétane	calculé

Le matériel informatique ayant servi à cette étude est constitué d'un ordinateur muni de logiciels de traitement des données et d'Office 2007.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARACTERISTIQUES DE L'HUILE DE PALME

Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de palme utilisée dans le cadre de ces travaux, déterminées et comparées à celles du gazole sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'huile de palme comparées au gazole

	Unités	Huile de palme	gazole	Spécifications
Densité (15°C)	-	0,915	0,875	Min 0,820 Max 0,880
Viscosité à 37,8°C	cSt	34,564	4,28	Min 1,6 Max 5,9
Indice d'acide	mg de KOH/g	2,64	0,37	Max 0,50
Acidité	%	1,32	-	-
Indice de cétane		59,76	50	Min 45,0
Pouvoir calorifique inférieur	kJ/kg	39961,82	43178	Min 35000
Teneur en eau et matières volatiles	%	0,26	0,03	Max 0,05
Indice de réfraction		1,463	-	-
Indice d'iode	g d'iode/100g	49,60	-	-
Indice de peroxyde	még d'O ₂ /kg	4,67	-	-
Indice de saponification	mg de KOH/g	201,59	-	-
Indice d'ester	mg de KOH/g	198,95	-	-
Teneur en insaponifiables	%	3,82	-	-

3.1.1 DENSITE

Selon ce tableau, la densité de l'huile de palme (0,915) est largement supérieure à celui du gazole usuel (0,875) d'où loin de la spécification du gazole (Min 0,820 Max 0,880). En général, les huiles végétales ont une densité qui varie entre 0,90 et 0,93. Cette valeur est proche de celle trouvée par Firestone (1999) [21], dont les valeurs sont comprises entre 0,924 et 0,930. Toutefois, plusieurs chercheurs ont montré que la densité élevée des huiles a des effets néfastes sur les moteurs diesel [22]. En effet, les huiles végétales ont une inertie plus élevée que celle du gazole pour la même pression d'injection. Ainsi, la densité élevée des huiles végétales conduira à une augmentation de la longueur des jets de carburant, les entraînant au fond de la chambre de combustion.

3.1.2 VISCOSITE

Le tableau révèle aussi que la viscosité de l'huile de palme est largement supérieure à celle du gazole de 8,07 fois à 37,8 °C. Or, une viscosité élevée ne favorise pas la pulvérisation ou atomisation lors de l'injection du carburant. En effet, la pression nécessaire pour une injection devra augmenter ; ce qui conduira à une combustion incomplète provoquant ainsi des imbrûlées qui s'encrasseront sur les nez d'injecteur, les cylindres les pistons [4]. Ce fait conduira aussi à l'obstruction des organes d'alimentation du moteur [23].

3.1.3 INDICE D'ACIDE

Il ressort du tableau que l'indice d'acide de l'huile de palme est largement supérieur de celui gazole et de celui de la spécification. Quand bien même cette huile n'est pas considérée comme une huile végétale acide (acidité $\geq 3\%$), elle ne convient pas à un moteur. En effet, le comportement à la chaleur des huiles est très sensible à la présence de la moindre acidité. L'acidité a donc une très grande influence sur les phénomènes de stabilité thermique. En plus de ces phénomènes, elle favorise la corrosion des pièces métalliques lors de l'utilisation directe des huiles dans les moteurs [24].

3.1.4 TENEUR EN EAU ET MATIERES VOLATILES

Selon ce tableau, la teneur en eau et matières volatiles est au-delà de la spécification du gazole en zone tropicale. Par conséquent, cette huile n'est pas conseillée pour son utilisation directe dans un moteur.

De ce qui précède, il est à noter que la densité, la viscosité, et l'indice d'acide de l'huile de palme apparaissent ici comme des facteurs limitants à son utilisation directe dans un moteur diesel. Cela est en accord avec W. Bandel et al. (1983) [13] et G. Vaitilingom (2007) [25] qui soutiennent que parmi les caractéristiques physicochimiques des huiles, deux influencent directement le bon fonctionnement des moteurs diesels usuels : la viscosité élevée qui cause des problèmes d'ordre pratique et la composition chimique en gras qui entraîne une chaleur élevée d'évaporation et ne permet pas une distillation complète des huiles végétales. Dans le cadre de cette étude, leur valeur très éloignée des spécifications montrent qu'il est déconseillé d'utiliser cette huile dans un moteur diesel, d'où l'intérêt de procéder à sa transformation. Celle-ci a été entreprise par la méthode de la transestérification.

3.2 ETUDE DE LA DENSITE DES FLUIDES ETUDIES

La densité des fluides étudiés a été déterminée selon la méthode décrite plus haut. Les résultats ainsi obtenus sont consignés dans le tableau 3. Ces résultats sont obtenus avec une erreur de $\Delta d = \pm 0,001$.

Tableau 3. Valeurs des densités des fluides étudiés

Fluides étudiés	Densité à 30 °C
Huile de palme brute	0,913
Méthanol	0,786
Ethanol	0,785
Biodiesel méthylique	0,874
Biodiesel éthylique	0,902
gazole	0,874

Selon ce tableau 3, l'huile de palme brute est plus dense que le gazole et les alcools. Quant aux biodiesels, ils sont moins denses que l'huile de palme brute. La transestérification permet donc d'obtenir des biocarburants plus légers que l'huile de palme brute.

Aussi constatons-nous que le biodiesel méthylique est-il plus léger que le biodiesel éthylique. Ce fait est dû non seulement à la différence de la taille des molécules contenues dans ces deux produits, mais aussi au fait que la méthanolyse en milieu basique s'est bien effectuée contrairement à l'éthanolyse. Cela est traduit par le fait que la densité du biodiesel éthylique est proche de celle de l'huile de palme brute alors que celle du biodiesel méthylique est égale à celle du gazole. Le taux de conversion des triglycérides en esters est donc faible au cours de l'éthanolyse et élevé lors de la méthanolyse. Ces

résultats corroborent avec ceux de Meneghetti et al. (2006) [26] qui stipulent que l'éthanol est convenable pour les huiles acides pour une transestérification se déroulant en catalyse acide.

3.3 INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LE COEFFICIENT DE VISCOSITE CINEMATIQUE ν

Dans cette étude, les coefficients de viscosité des différents fluides ont été déterminés en fonction de la température thermodynamique avec une erreur de $\Delta\nu = \pm 0,01$ cSt. Les graphes sont représentés à la figure 2.

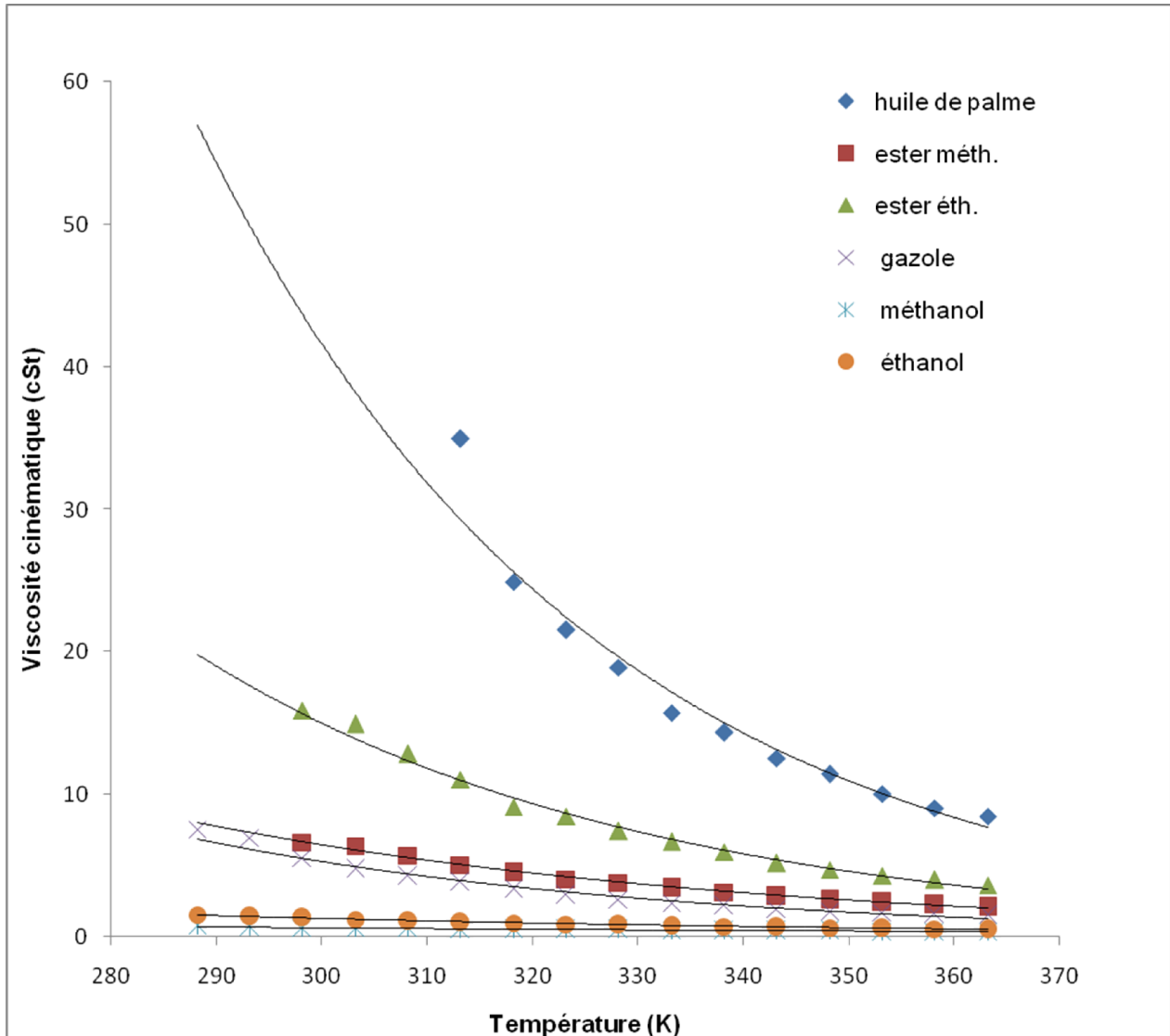


Fig. 2. Courbes de la variation de la viscosité cinématique des fluides en fonction de la température

Les courbes obtenues ici sont de types exponentiels. Les tendances des graphes de la figure 2 confirment que le coefficient de viscosité cinématique de l'huile de palme est plus élevé que celui du gazole. De plus, même l'huile chauffée à 90 °C, demeure toujours plus visqueuse que le gazole pris à 25 °C (avec un écart $\Delta\nu = 3$ cSt). Cette situation est bien illustrée par la figure 3, et confirme bien qu'il n'est pas conseillé d'utiliser l'huile de palme brute dans les moteurs diesel usuels.

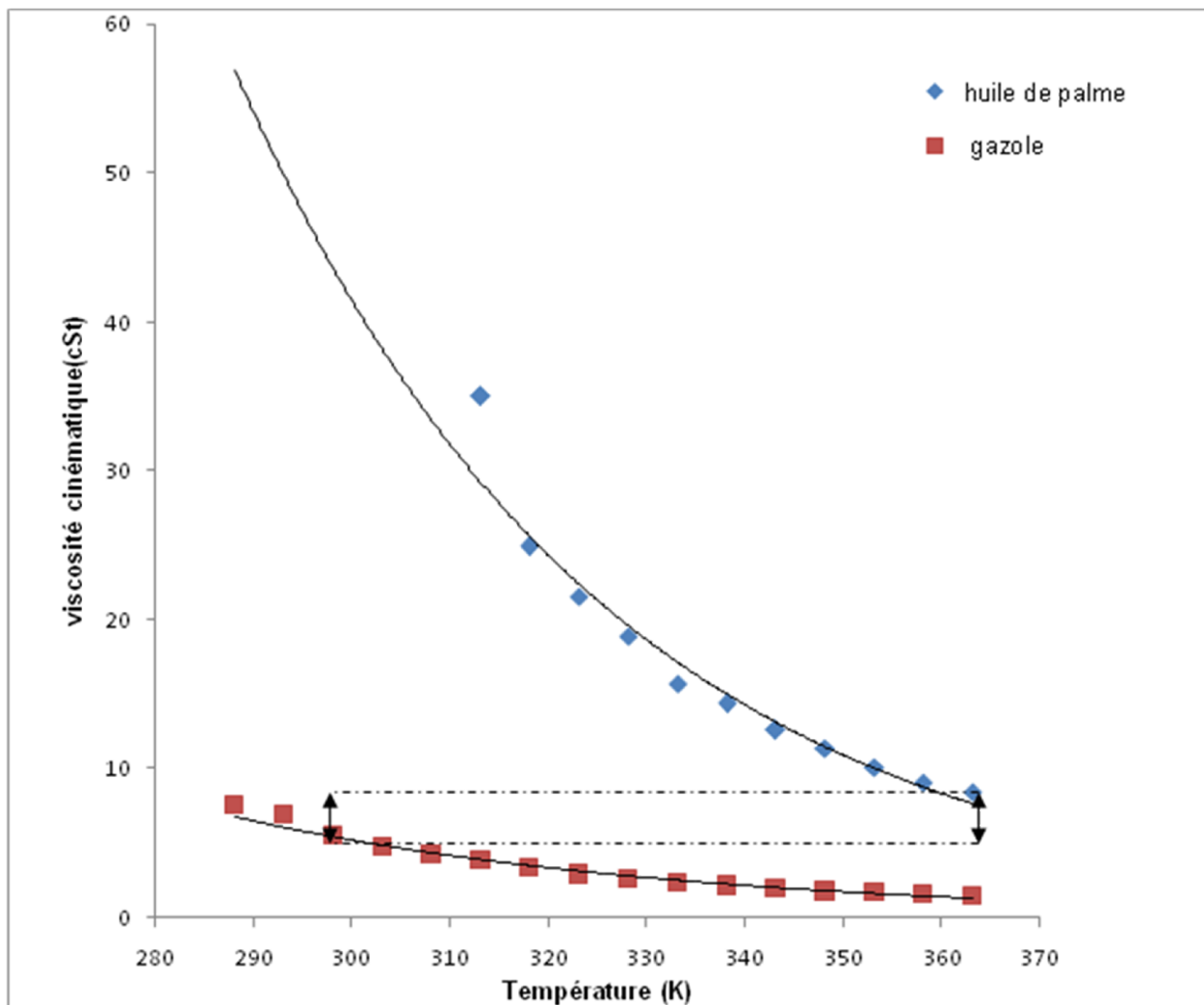


Fig. 3. Courbes comparatives de la variation du coefficient de viscosité cinématique de l'huile de palme et du gazole.

Aussi, selon la figure 2, la viscosité du biodiesel méthylique et celle du biodiesel éthylique se rapprochent-elle de celle du gazole, ce qui est intéressant pour leur utilisation dans les moteurs diesels usuels.

Par ailleurs, ces graphes montrent bien que le coefficient de viscosité cinématique de ces fluides décroît en fonction de la température. Cette variation est décrite par la formule de Eyring selon l'équation (1):

$$\eta = A e^{\frac{E_a}{RT}} \quad (1)$$

où E_a est l'énergie d'activation ; R , la constante des gaz parfaits ; T , la température absolue du liquide ; A , constante caractéristique du fluide et η , le coefficient de viscosité dynamique.

Le coefficient de viscosité cinématique est le rapport du coefficient de viscosité dynamique par la masse volumique du fluide.

$$\text{Soit } \nu = \frac{\eta}{\rho} \Leftrightarrow \nu = \frac{A}{\rho} e^{\frac{E_a}{RT}} \quad (2)$$

3.4 RELATION ENTRE LE COEFFICIENT DE VISCOSITE ET LA STRUCTURE MOLECULAIRE DES FLUIDES ETUDIES

La courbe de $\ln(\eta) = f\left(\frac{1}{T}\right)$ pour les liquides obéissant au modèle de Eyring est linéaire de coefficient $\frac{E_a}{R}$. La figure 4 traduit le lien entre la viscosité et la structure moléculaire des substances.

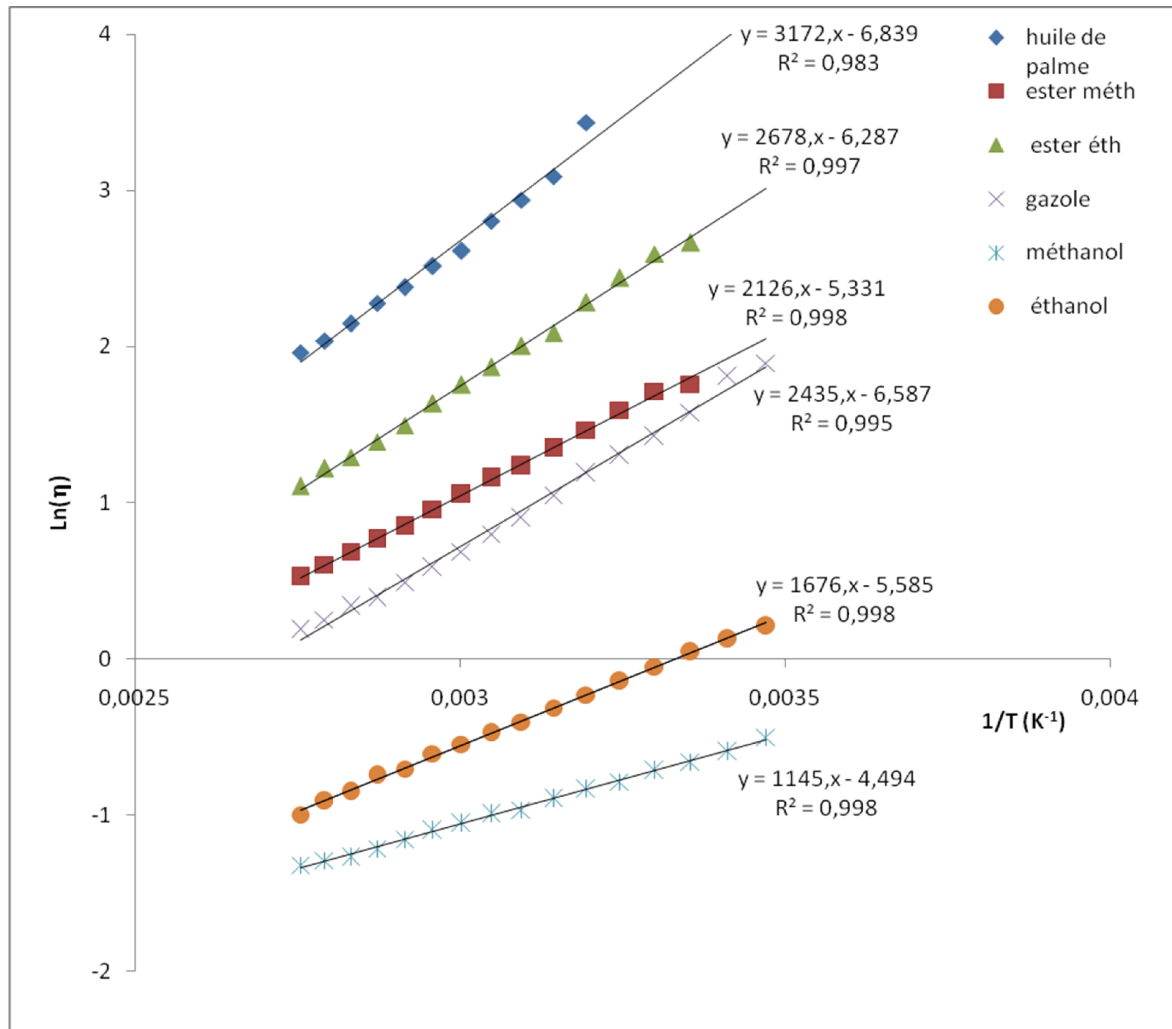


Fig. 4. Variation du $\ln(\eta)$ des substances étudiées en fonction de l'inverse de la température

Ces courbes ont permis de déterminer l'énergie d'activation de chaque fluide et de vérifier si le modèle de Eyring s'adapte bien aux différents fluides étudiés. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 4.

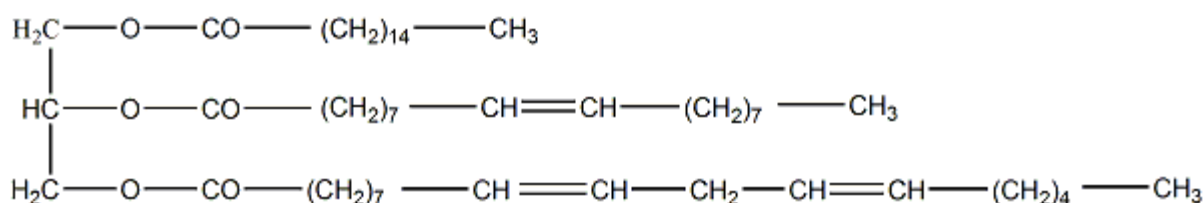
Tableau 4. Valeurs de l'énergie d'activation des fluides et des coefficients de corrélation

Fluides étudiés	Energie d'activation (J)	Coefficient de corrélation R^2
Huile de palme brute	26372,01	0,983
Gazole	20244,59	0,995
Biodiesel méthylique	17675,56	0,998
Biodiesel éthylique	22264,89	0,997
Ethanol	13934,26	0,998
Méthanol	9519,53	0,998

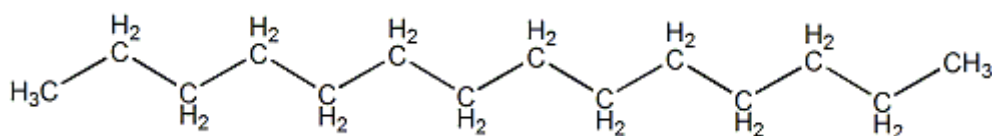
Dans ce tableau, les valeurs des coefficients de corrélation tendent vers 1 montrant que la variation du coefficient de viscosité dynamique η en fonction de la température T dans la gamme de température étudiée peut être effectivement décrite par la relation de Eyring.

De plus, ce tableau montre que l'huile de palme possède une énergie d'activation supérieure à celle du gazole, et que celles des biodiesels se rapprochent au mieux de celle du gazole. Tout cela confirme les différences de viscosité de ces différents fluides.

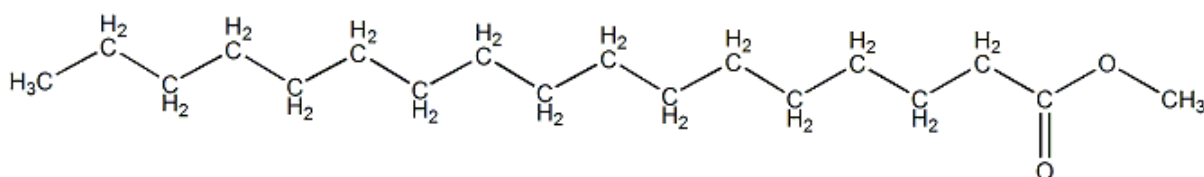
Par ailleurs, l'analyse des structures moléculaires de ces fluides selon le schéma 3, permet de justifier les résultats précédents.



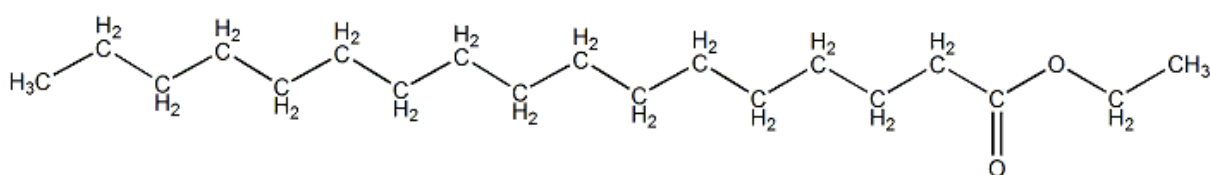
(a) Huiles de palme



(b)Gazole



(c) Ester méthylique



(d) Ester éthylique

Schéma 3. Structures moléculaires des fluides étudiés

Selon ce schéma, l'huile de palme brute est constituée de grosses molécules ramifiées (les triglycérides), alors que le gazole est constitué majoritairement d'alcane non ramifiés ayant un nombre de carbone compris entre 12 et 18. De ce fait, ces molécules d'alcane peuvent glisser plus facilement les uns sur les autres que les triglycérides. Ce qui explique la grande différence de viscosité entre le gazole et l'huile de palme. De plus, le fait que la viscosité des biodiesels se rapproche de celle du gazole stipule que lors de la transtestérification, les triglycérides ont été réduits à des esters méthyliques et éthyliques qui ont des structures moléculaires se rapprochant de celle du gazole comme le montre le schéma 3.

4 CONCLUSION

Cette étude a montré que l'huile de palme brute présente des caractéristiques très différentes du gazole usuel. Même quand elle est chauffée à 90°C, elle demeure plus visqueuse que le gazole pris à 25 °C ($\Delta\nu = 3$ cSt). Ce constat confirme bien qu'il n'est pas conseillé d'utiliser l'huile de palme brute dans les moteurs diesel usuels ; ce qui justifie sa transformation par la transestérification.

Ce procédé a permis d'obtenir des biodiesel plus légers que l'huile de palme brute, le biodiesel méthylique étant à son tour plus léger que le biodiesel éthylique.

Les courbes de types exponentiels obtenues en fonction de la température montrent que la variation de la viscosité cinématique en fonction de la température suit la loi de Eyring. La courbes de $Ln(\eta) = f\left(\frac{1}{T}\right)$ obtenues avec des coefficients de corrélation proches de 1 permettent de valider la formule de Eyring. Ce qui révèle que les biodiesels obtenus sont newtoniens.

Quant à la viscosité du biodiesel méthylique et du biodiesel éthylique elles se rapprochent de celle du gazole. La comparaison des énergies d'activation des fluides montre que l'huile de palme possède une énergie d'activation supérieure à celle du gazole contrairement à celles des biodiesels qui se rapprochent de celle du gazole. Par ailleurs, l'analyse des structures moléculaires des produits étudiés justifie les différences de densité et de viscosité des fluides étudiés.

REFERENCES

- [1] Ayhan Demirbas, "Progress and recent trends in biodiesel fuels", *Energy Conversion and Management*, 50, pp. 14–34, 2009.
- [2] Jon Van, Gerpen, Gerhard Knothe, *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press, 2005.
- [3] O.M.I.N Wafor, "Emission characteristics of diesel engine operating on rapeseed methyl ester", *Renewable Energy*, 29, pp. 119-129, 2004.
- [4] B. Tesfa, R. Mishra, F. Gu, A.D. Ball, "Water injection effects on the performance and emission characteristics of a CI engine operating with biodiesel", *Renewable Energy*, 37, pp. 333 – 344, 2012.
- [5] Mustafa Balat, Havva Balat, "Progress in biodiesel processing", *Applied Energy*, 87, pp. 1815–1835, 2010.
- [6] Ashraful, A. M., H. H. Masjuki, M. A. Kalam, I. M. R. Fattah, S. Imtenan, S. A. Shahir and H. M. Mobarak, "Production and comparison of fuel properties, engine performance, and emission characteristics of biodiesel from various non-edible vegetable oils: A review", *Energy Conversion and Management*, 80, pp.202-228, 2014.
- [7] Banapurmath, N. R., P. G. Tewari and R. S. Hosmath, "Performance and emission characteristics of a DI compression ignition engine operated on Honge, Jatropha and sesame oil methyl esters," *Renewable Energy*, vol. 33, n°9, pp.1982-1988, 2008.
- [8] G. Vermeersch, "Utilisation énergétique des huiles végétales et de leurs produits de la transestérification", *CEMAGREF, BTMEA* ; n° 30, pp. 10-15,1988.
- [9] Gille Vaitiligom, "Utilisation des huiles végétales comme carburant des moteurs diesel *Oléagineux*, 38, n° 8-9, pp.497-502, 1983.
- [10] Abollé A., *Transformation des huiles végétales en carburant*, Thèse de docteur ingénieur, Université de Cocody, Abidjan, 1999.
- [11] Ulf Schuchardt, Ricardo Serchelia, and Rogério Matheus Vargas, "Transesterification of Vegetable Oils: a Review", *J. Braz. Chem. Soc.*, vol. 9, n° 1, pp. 199-210, 1998.
- [12] Z. Helwani, M.R. Othman, N. Aziz, W.J.N. Fernando, J. Kim, "Technologies for production of biodiesel focusing on green catalytic techniques: A review", *Fuel Processing Technology*, 90, pp.1502–1514, 2009.
- [13] W. Bandel et W. Heinrich, "Les carburants dérivés des huiles végétales et les difficultés relatives à leur utilisation dans les moteurs diesel", *Oléagineux*, 38, n° 07, pp. 445-449, 1983.
- [14] Lozada, I., Islas, J., Grande, G., "Environmental and economic feasibility of palm oil biodiesel in the Mexican transportation sector", *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 14, pp. 486–492, 2010.
- [15] Meisam H., Meisam T., "Upstream and downstream strategies to economize biodiesel production", *Bioresource Technology*, 102, pp. 461–468, 2011.
- [16] AFNOR, Corps gras d'origine animale et végétale ; Détermination de la teneur en matières insaponifiables: Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés. Tome 1: Corps gras et produits derives, AFNOR, Paris, 1988.
- [17] AFNOR, Corps gras d'origine animale et végétale ; Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité : Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés. Tome 1 : Corps gras et produits dérivés ; AFNOR, Paris, 1999.

- [18] Ayuk et al, P., "Uses, management and economic potential of *Irvingia gabonensis* in the humid lowlands of Cameroon", *Forest Ecol. Manag.*, 113, pp. 1–9, 1999.
- [19] Batel, F., "Pflanzenolefurfür die Kraftstoff-und Energieversorgung", *Grundlagen der Landtechnik*, pp. 40-51, 1980.
- [20] Aliou Ousmane Haïdara, *Valorisation d'huile végétale tropicale : l'huile de pourghère*, Mémoire de Maîtrise des Sciences Appliquées, Université de SHERBROOKE, Canada, 1996.
- [21] Firestone, D., *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes*, AOCS Press, 1999.
- [22] Abollé A., Loukou K., Planche H., "The density and cloud point of diesel oil and mixture with the straight vegetable oil (SVO): Palm, Cabbage, Cotton, Groundnut, Copra and sunflower", *Biomass and Bioenergy*, 33, pp.1653-1659, 2009.
- [23] Abollé A., Loukou K., Planche H., "The viscosity of diesel oil and mixture with the straight vegetable oil (SVO Palm, Cabbage, Cotton, Groundnut, Copra and sunflower)" *Biomass and Bioenergy*; 33; pp. 1116-112, 2008.
- [24] R. Stern, O. Perdu, G. Hillion, "Gasoils de substitution à partir d'esters d'huiles végétales : Une opportunité pour certains pays ?", *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, vol. 42, n°6, pp. 883-893, 1988.
- [25] Gille Vaitilingom, " Enjeux et perspective des biocarburants pour l'Afrique", Conférence Internationale, Burkina Faso, 2007.
- [26] Meneghetti PSM, Meneghetti MR, Wolf CR, Silva EC, Lima GES, Coimbra DA, "Ethanolysis of castor and cottonseed oil: a systematic study using classical catalysts", *J. Am Oil Chem. Soc.*, 83, pp. 819–22, 2006.

Comparison between solution of POCKLINGTON'S and HALLEN'S integral equations for Thin wire Antennas using Method of Moments and Haar wavelet

Mohamed BAYJJA, Mohamed BOUSSOUIS, Naima AMAR TOUHAMI, and Kaoutar ZELJAMI

Laboratoire Systèmes d'Informations et Télécommunications, Département de physique, Faculté des sciences,
Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc

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

ABSTRACT: In this paper, it is attempted to approach a fast efficient algorithm for solving the famous Hallen's and Pocklington's integral equations, regarding the current distribution on a finite-length linear thin wire antenna. Here, the conventional moment method in conjunction with wavelet basis functions was used to obtain the current distribution of the antenna. The aim of this work is first to introduce the application of wavelet in electromagnetic scattering, secondly a comparison of the two method of analysis the thin wire antenna. By using the wavelet expansion, wavelets as basis and testing functions, a sparse matrix is generated from the previous moment method dense matrix. A sparsely filled matrix is easier to store and invert. The result extracted from Pocklington's integral equation gives better convergence at the feeding point, though it takes more time to be computed because of the complexity in Pocklington's equation. Results are compared to the previous work done and published, excellent results are obtained.

KEYWORDS: Thin wire Antennas, Hallen's integral equations, Pocklington's integral equations, Moments Method, Haar wavelet, Multiresolution.

1 INTRODUCTION

The problem of time harmonic radiation of thin-wire antennas involves the solution of the Electric Field Integral Equation (EFIE) [2]. To solve numerical the EFIE for its unknown current distribution along the antenna, one can employ the method of moments (MoM), in this method, the unknown current can be expanded by various basis functions, including the conventional triangular, sinusoidal, and piecewise constant functions [3-4]. The application of appropriate boundary conditions reduces the problem to a matrix equation. The matrix, known as the Impedance Matrix (IM), is generally dense [2-6].

Recently, wavelets found their application in solving integral equations, resulting in sparse impedance matrices [1-2]. This is due to features of vanishing moments, orthogonality and multiresolution analysis in wavelets. Despite the above nice properties, standard wavelets are defined on the whole real line, while practical electromagnetic problems are often restricted to a finite interval or domain [6-8].

The paper follows by a brief description of two particular electromagnetic problems (Hallen's and Pocklington's), we determine the current distribution on a dipole antenna of finite length, we solve numerical the integral equations Hallén's and Pocklington's using the method of moments and wavelet, and then compare the effectiveness of each model using several examples.

2 FORMULATION OF THE PROBLEM

Let us consider the scattering from a thin wire, shown in Figure 1. Consider a perfectly conducting long, z-oriented thin wire of length L whose radius a is much less than L and λ . An incident electric field E_r excites on this wire a surface current J_r [4].

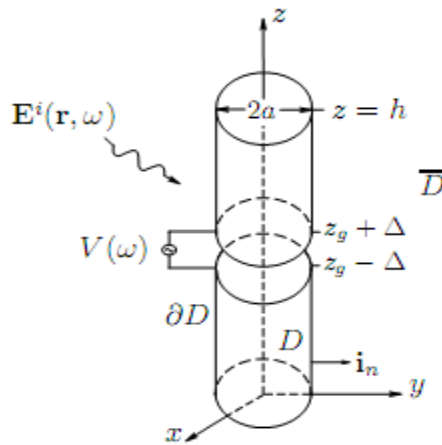


Fig1: Geometry of Thin Wire Antenna [9]

Since the wire is very thin, we will assume that $J(r)$ can be written in terms of a z-oriented filamentary current $I_z(z)$ as

$$J(r) = \frac{I_z(z)}{2\pi a} \hat{z} \quad (1)$$

Where there is no dependence on wire azimuthal angle Φ .

In cylindrical coordinates, we can write the corresponding magnetic vector potential A_z in terms of the surface integral

$$A_z(\rho, \varphi, z) = \mu \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^{2\pi} \frac{I_z(z')}{2\pi} \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} d\varphi' dz' \quad (2)$$

If we assume be a very small, r can be approximated as $r = \sqrt{(z - z')^2 + \rho^2}$.

The expression becomes A_z :

$$A_z(\rho, \varphi, z) = \mu \int_{-L/2}^{L/2} I_z(z') \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \quad (3)$$

The radiated field can be given by the following formula:

$$E_z^s = -j\omega A_z - \frac{j}{\omega\mu\epsilon} \frac{\partial^2}{\partial z^2} A_z \quad (4)$$

By enforcing the boundary condition of the zero tangential electric field on the surface of the wire, we can now write a thin wire EFIE in terms of the incident field $E_z^s = -E_z^i$.

$$E_z^i = j\omega A_z + \frac{j}{\omega\mu\epsilon} \frac{\partial^2}{\partial z^2} A_z = \frac{j}{\omega\epsilon\mu} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] A_z \quad (5)$$

There are two common forms by which (5) are commonly written.

➤ The first retains the differential operator outside the integral in (5), which is

$$E_z^i = \frac{j}{\omega\epsilon\mu} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] A_z = \frac{j}{\omega\epsilon} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \int_{-L/2}^{L/2} I_z(z') \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \quad (6)$$

➤ This is called Hallen's integral equation.

➤ We may also move the differential operator under the integral sign,

$$E_z^i = \frac{j}{\omega\epsilon} \int_{-L/2}^{L/2} I_z(z') \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \quad (7)$$

This is called Pocklington’s integral equation.

Pocklington’s equation is not as well behaved as Hallén’s, since the differential operator acts directly on the Green’s function. As we will see, the results obtained by it typically exhibit slower convergence and less accuracy than those obtained from Hallén’s [3].

3 MOMENT METHOD FORMULATION

3.1 SOLVING THE EQUATION OF HALLEN’S

Hallén’s equation $-j\omega\epsilon\mu E_z^i = \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2\right]Az$ is an inhomogeneous scalar Helmholtz equation for (z) , which we can solve by the Green’s function method [4-10].

The general and particular solution to the homogeneous equation is

$$Az(z) = C_1 e^{jkz} + C_2 e^{-jkz} - \frac{j\mu}{2\eta} \int_{-l/2}^{l/2} \sin(k|z - z'|) E_z^i(z') dz' \quad (8)$$

Substituting the expression of Az on the left side are:

$$\int_{-L/2}^{L/2} I_z(z') \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' = C_1 e^{jkz} + C_2 e^{-jkz} - \frac{j\mu}{2\eta} \int_{-l/2}^{l/2} \sin(k|z - z'|) E_z^i(z') dz' \quad (9)$$

Note also that the two homogeneous terms in the above can also be written as

$$C_1 e^{jkz} + C_2 e^{-jkz} = D_1 \cos(kz) + D_2 \sin(kz) \quad (10)$$

Since we expect the solution to be symmetric, we set D_2 in the above to zero.

Method of Moments is to transform an integral equation in a linear matrix equation can be solved numerically. To do so, let us divide the wire uniformly to N equal segments each by height $\Delta=l/N$ as shown in figure (2).

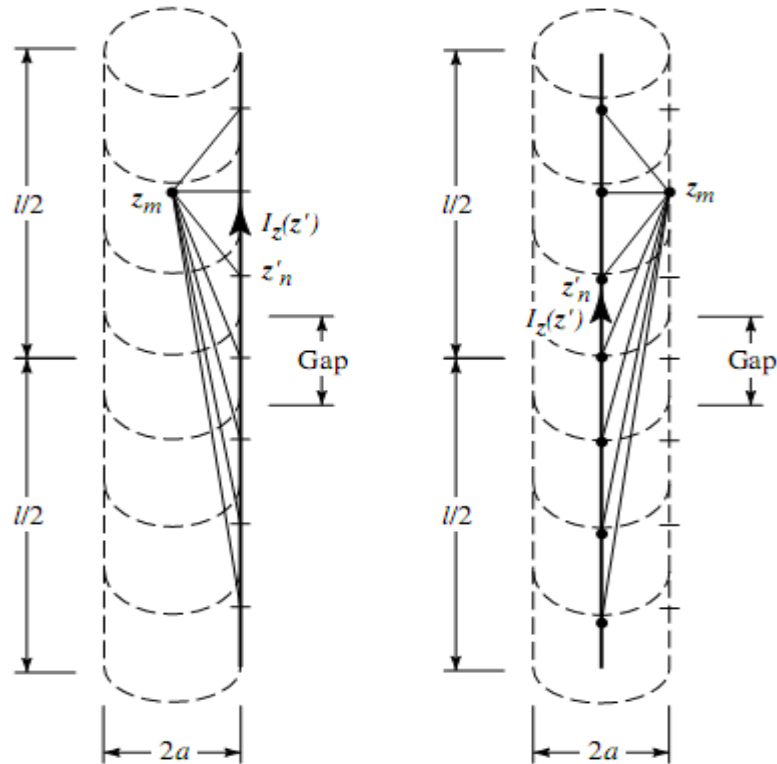


Fig. 2. Dipole segmentation and its equivalent current. [3]

We first expand the left-hand side of (9) using N weighted subdomain basis functions yielding and Testing by N functions f_m , giving

$$\sum_{n=1}^N \int f_m(z) \int a_n f_n \frac{e^{-jkR}}{4\pi R} dz dz' = D_1 \int f_m(z) \cos(kz) dz - \frac{j}{2\eta} \int f_m(z) \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \sin(k|z-z'|) E_z^i(z') dz' dz \quad (11)$$

The above expressions result in the following matrix equation:

$$Za = D_1 s + b \quad (12)$$

Matrix elements Z_{mn} given by:

$$Z_{mn} = \int f_m(z) \int f_n \frac{e^{-jkR}}{4\pi R} dz dz' \quad (13)$$

To obtain the solution vector a we must determine the constant D_1 , which can be done by enforcing the boundary conditions at the ends of the wire, i.e., $I_z(l/2)=I_z(-l/2)=0$. We will do this in our discretized version by forcing the basis function coefficient at each end to be zero. This can be expressed vectorially as $u^T a=0$, where $u^T[1,0,\dots,0,1]$. Solving (12) for a we obtain

$$a = D_1 Z^{-1} s + Z^{-1} b \quad (14)$$

And solving for D_1 yields $D_1 = \frac{u^T Z^{-1} b}{u^T Z^{-1} s}$

To solve the symmetric Hallén's equation with pulse basis functions and point matching.

The matrix elements of (13) become

$$Z_{mn} = \int_{z_n-\Delta z/2}^{z_n+\Delta z/2} \frac{e^{-jkR}}{4\pi R} dz' \quad (15)$$

The right-hand side vector elements are

$$s_m = \cos(kz_m), \quad b_m = -\frac{j}{2\eta} \sin(k|z_m|), \quad \text{and } R = \sqrt{(zm - z')^2 + a^2}$$

The major advantage of Hallén's equation is the ease with which a converged solution may be obtained, while its major drawback lies in the additional work required in finding the integration constants C_1 and C_2 [13].

3.2 SOLVING POCKLINGTON'S EQUATION

Pocklington's equation can be solved by a straightforward application of the moment method, since the differential operator is inside the integral and acts on the Green's function only [10].

$$-j\omega\epsilon E_z^i = \int_{-L/2}^{L/2} I_z(z') \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \quad (16)$$

Expanding the current into a sum of N weighted basis functions and applying N testing functions we obtain a linear system with matrix elements.

$$Z_{mn} = \int f_m(z) \int f_n(z') \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' dz \quad (17)$$

And excitation vector elements b_m given by

$$b_m = -j\omega\epsilon \int f_m(z) E_z^i(z) dz \quad (18)$$

Using pulse basis functions for the current and point matching for testing, we obtain the following excitation vector elements:

$$b_m = -j\omega\epsilon E_z^i(z_m) \quad (19)$$

The impedance matrix elements can be written as:

$$z_{mn} = \frac{k^2}{4\pi} \int_{z_n-\Delta z/2}^{z_n+\Delta z/2} \frac{e^{-jkR}}{R} dz' + \left[(z_m - z') \frac{1 + jkR}{R^3} e^{-jkR} \right]_{z'=z_n-\Delta z/2}^{z'=z_n+\Delta z/2} \quad (20)$$

For example, to solve a matrix equation in our problems, we first generate the impedance matrix, then calculate its inverse and multiply this inverse matrix by both sides of the equation which is extremely expensive considering time and memory. In the next, we are going to introduce one of the most popular fast algorithms called "Fast Wavelet Transform (FWT)" to achieve the recent solutions, using less time and memory allocations.

4 WAVELET EXPANSION

The analysis through the wavelets has been a good alternative in replacement of the classical analyses that utilize the Fourier series, chiefly when treating acoustic signals, interpreting seismic signals and in the solution of numerical methods applied to electromagnetism and electrostatics [6].

In this case, the moment method can be directly applied and wavelets are used as expansion functions [7]. The wavelets used here are Haar basis an orthogonal type. Its study is useful from theoretical point of view, because it offers an intuitive understanding of many multi-resolution properties. Furthermore, due to its simplicity Haar wavelets are widely employed. The scaling function is $\phi(x)$, and the mother wavelet function is $\psi(x)$, these are defined as [2-17]:

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad \text{And} \quad \psi(x) = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq x \leq 1/2 \\ -1, & \text{for } 1/2 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

Also the scaling and the mother wavelets functions are defined by:

$$\phi_{jn}(x) = 2^{\frac{j}{2}} \phi(2^j x - n) \quad \text{And} \quad \psi_{mn}(x) = 2^{\frac{m}{2}} \psi(2^m x - n)$$

Where (m or j) are the resolution level and (n) is the translation factor. The vector space V_j Linear span of ϕ_{jn} for $j=0,1,\dots$ And $n=0,1,\dots,2^j-1$. The property of $W_j \in V_{j+1}$ holds the relation between the vector spaces of different functions by:

$$V^{j+1} = V^j \oplus W^j$$

The above equation states that the sub-space W^j in a larger subspace V^{j+1} which means for a given function $f \in R^N$ with N samples or N Dimensional vector, the projection of this function into the orthogonal basis is as follow:

$$V^k = V^0 \oplus W^0 \oplus W^1 \dots \dots \oplus W^{k-1} \quad \text{For } k=0, 1, \dots, N-1$$

And can be expressed in an inner product as:

$$f = \langle f, v_0 \rangle v_0 + \langle f, v_1 \rangle v_1 + \dots + \langle f, v_{N-1} \rangle v_{N-1} \quad (21)$$

The wavelets are applied directly upon the integral equation. The density of current will be represented as a linear combination of the set wavelets functions and scaling functions as follow:

$$J_z(x) = \sum_n a_n \phi_{j,n}(x) + \sum_{m=j}^{2^j-1} \sum_n C_{m,n} \psi_{m,n}(x) \quad (22)$$

For example for $N=2$, equation (18) can be expressed as:

$$J_x(x) = a_0 \phi_{0,0} + c_{0,0} \psi_{0,0} + c_{1,0} \psi_{1,0} + c_{1,1} \psi_{1,1} + c_{2,0} \psi_{2,0} + c_{2,1} \psi_{2,1} + c_{2,2} \psi_{2,2} + c_{2,3} \psi_{2,3}$$

The number of wavelets used here are 8 and the matrix corresponding is of $8 \times 8 = 64$ elements. The main mathematical properties which enable sparse matrix generation are the orthogonally and the vanishing moment. A function $\psi(x)$ is said to have vanishing moment of N order if:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^n \psi(x) \cdot dx = 0 \quad \forall n = 0, 1, \dots, (N - 1) \quad (23)$$

The fact that the wavelets are orthogonal and the presence of vanishing moment, this is enabling sparse matrix production. When applying equation (18) into (10) we obtain the set of matrix equation as follow:

$$\begin{bmatrix} [Z_{\phi,\phi}] & [Z_{\phi,\psi}] \\ [Z_{\psi,\phi}] & [Z_{\psi,\psi}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_n \\ c_{m,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \langle E_z^{\text{inc}}, \phi_{j,n} \rangle \\ \langle E_z^{\text{inc}}, \psi_{m,n} \rangle \end{bmatrix} \quad (24)$$

Where:

$$[Z_{\phi,\phi}] = \langle \phi_{j,n}, \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \phi_{j,n} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \rangle$$

$$[Z_{\phi,\psi}] = \langle \phi_{j,n}, \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \psi_{m,n} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \rangle$$

$$[Z_{\psi,\phi}] = \langle \psi_{m,n}, \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \phi_{j,n} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \rangle$$

$$[Z_{\psi,\psi}] = \langle \psi_{m,n}, \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \psi_{m,n} \left[\frac{\partial^2}{\partial z^2} + k^2 \right] \frac{e^{-ikr}}{4\pi r} dz' \rangle$$

Since Galerkin Method employs the same testing functions and basis function, in the same manner is the equation for incident field is expressed. After then the unknown constants are determined, and the current density can be found using equation (24).

5 NUMERICAL RESULTS

In this paper, two numerical examples are presented to illustrate the validity and the merits of this technique.

In both examples data are given for two selected wire lengths so that they include special cases of practical interest, e.g, $L=\lambda/2$ and $L=1.5*\lambda$.

5.1 RESULTS OBTAINED WITH HALLEN'S AND POCKLINGTON'S INTEGRAL EQUATION USING MOMENT'S METHOD

A computer program has been coded in Matlab language for the technique described above, now for applying the point matching form of MOM we take observation (field) points (or matching points) z_m at the midpoint of each subinterval where the positions of z_m and z_n are:

$$z_m = \frac{(2m-1)l}{2N} \text{ And } z_n = \frac{(n-1)l}{N}, m=1,2,\dots,N$$

Representative results are shown for a perfectly electrically conducting (PEC) straight thin wire in free space. First, we compute the current distribution of a thin wire placed along the positive z-axis illuminated by a normally incident plane wave $|E_i| = 1$ V/m polarized in the z-direction.

The parameters of the structure are defined as following: Frequency $f=1.5e+8$ Hz, applied Voltage $V=1$ v, length of the Wire $l=\lambda/2$ and $l=1.5\lambda$ and wavelength of the Field $\lambda=c/f$.

The results obtained for Hallén's integral equation are shown in Figures (3.a), (3.b):

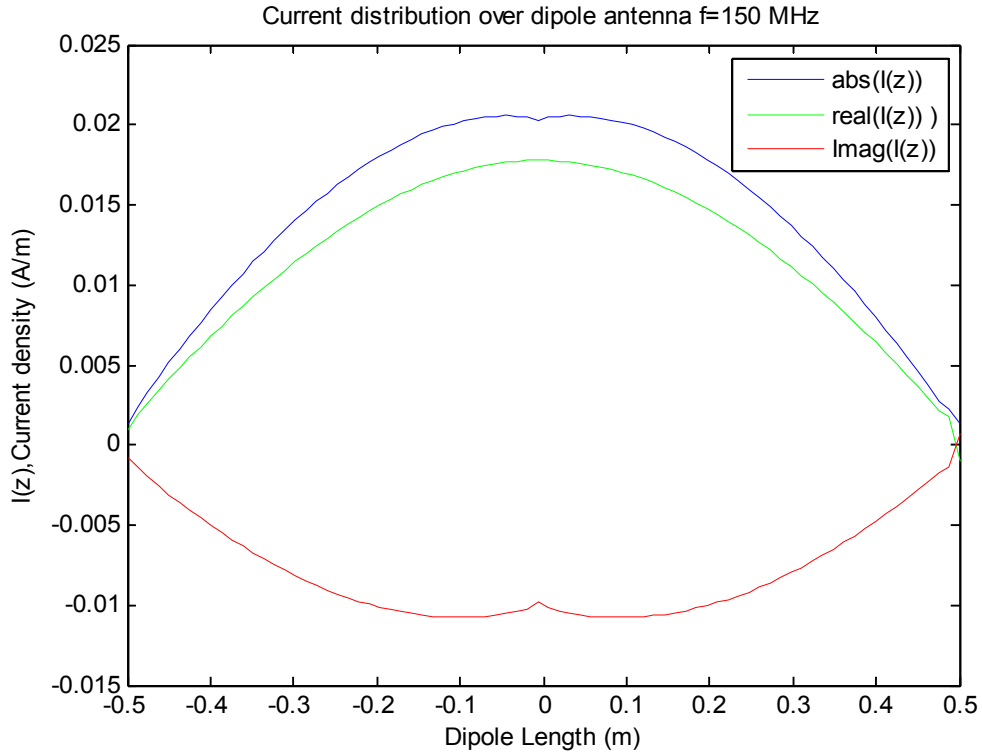


Fig. 3.a. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=\lambda/2$ and $l/a=518$, using $N=80$ basis functions

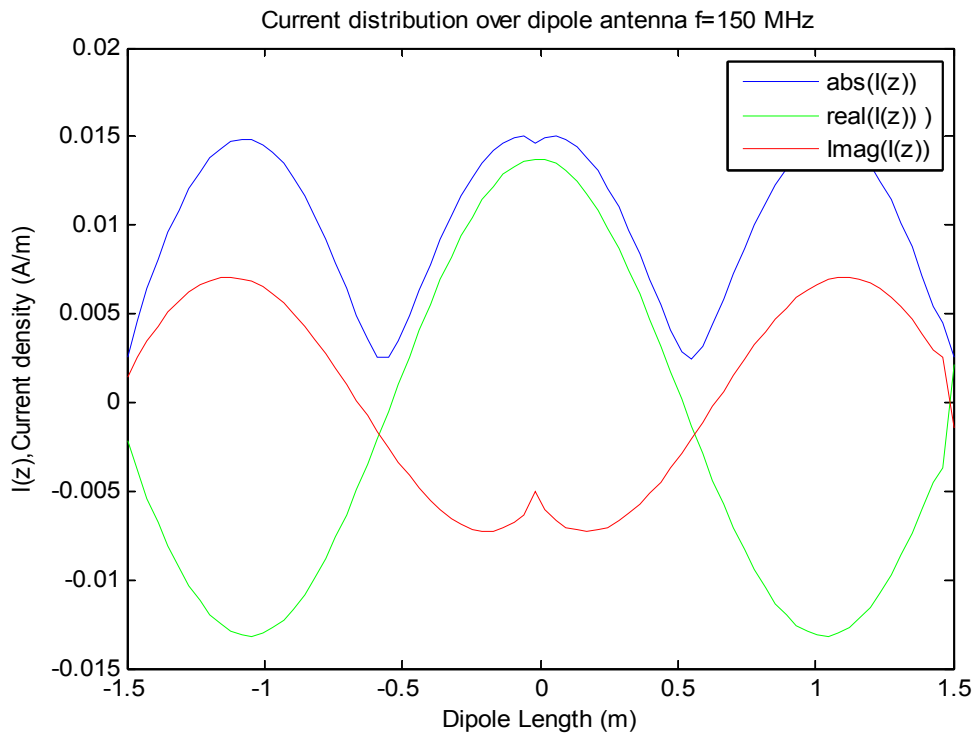


Fig. 3.b. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=1.5\lambda$ and $l/a=518$, using $N=80$ basis functions

The results obtained for Pocklington's integral equation are shown in Figures (4.a), (4.b):

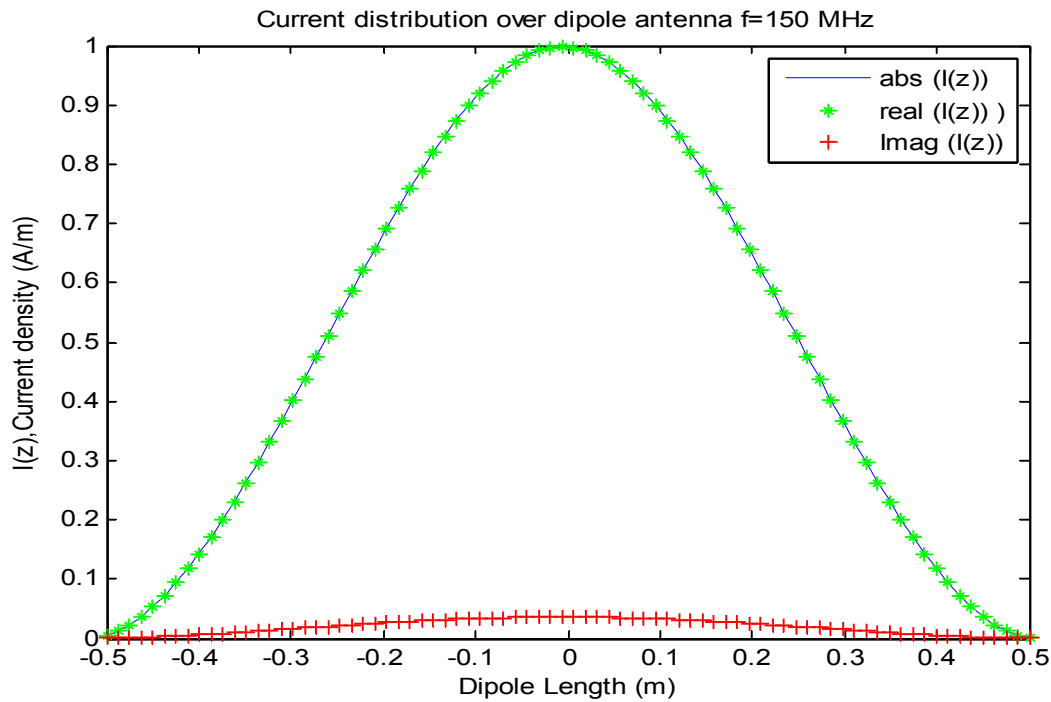


Fig. 4.a. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=\lambda/2$ and $l/a= 518$, using $N = 80$ basis functions

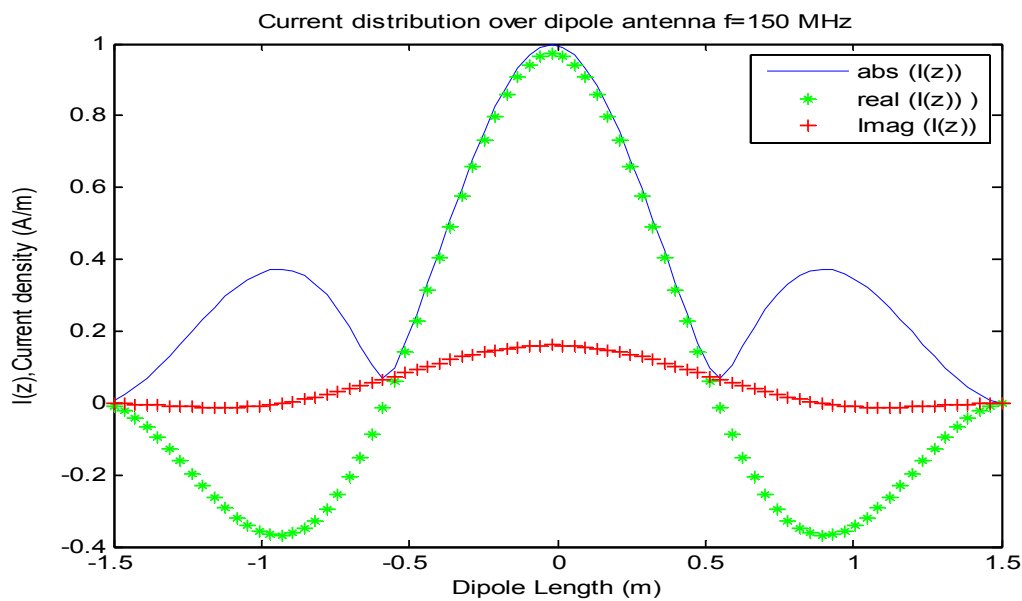


Fig. 4.b. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=1.5*\lambda$ and $l/a= 518$, using $N = 80$ basis functions

Observations are analogous to the results demonstrated in [3]. We can observe that in figure (3.b) the current is distributed sinusoidal (as it was expected) with a good approximation over all parts of the wire except at the end points where it should be zero according to the boundary conditions explained previously.

5.2 RESULTS OBTAINED WITH HALLEN’S AND POCKLINGTON’S INTEGRAL EQUATION USING MOMENT’S METHOD AND WAVELET

A computer program has been coded in Matlab language for the technique described above, the wavelet employed is constructed from Haar orthogonal wavelet with vanishing moment $N=7$, the lowest resolution level is chosen $2^j = 27 = 128$, since 128 wavelets are involved, a system of matrix (of 128 elements) is generated. A transmitting dipole antenna of radius $l/518$ meter, operating at $1.5e^{+08}$

Hz has been considered. This simulation was made by using the method of MoM and Haar wavelet.

The current distribution along the dipole is shown in Figure 4, we can notice almost good agreement between the two methods, especially the first lobe.

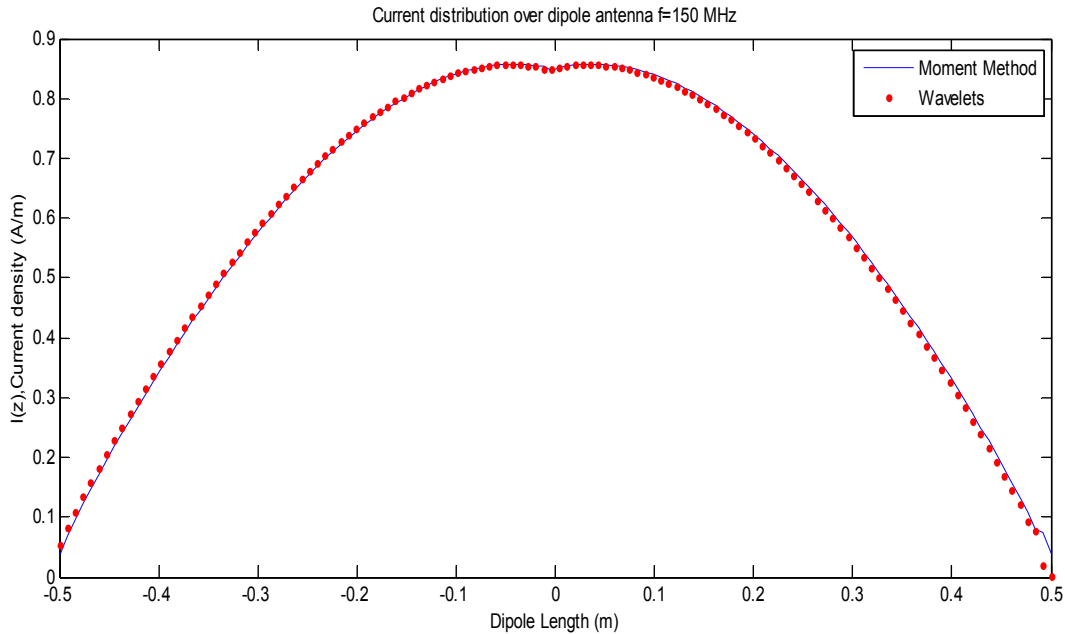


Fig.5.a. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=\lambda/2$ and $l/a= 518$

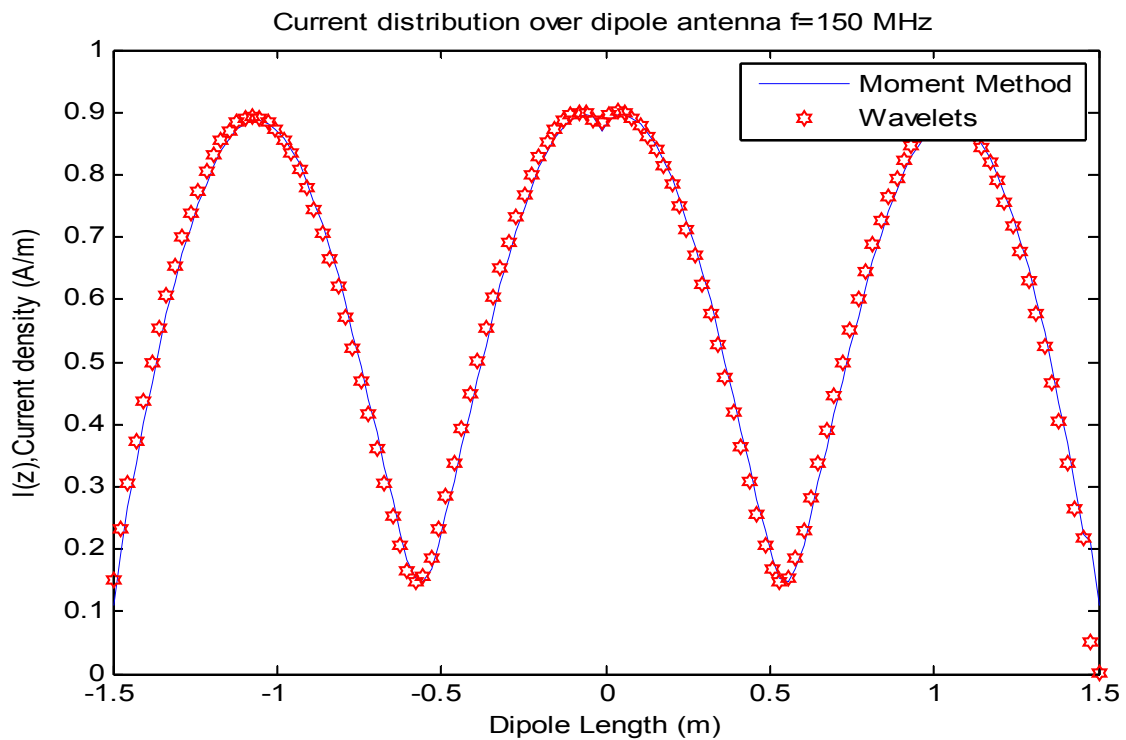


Fig.5.b. Current distribution versus the position along a Thin wire, $l=1.5\lambda$ and $l/a= 518$

Table 1: Sparsification with respect to the threshold and the wavelet number [15]

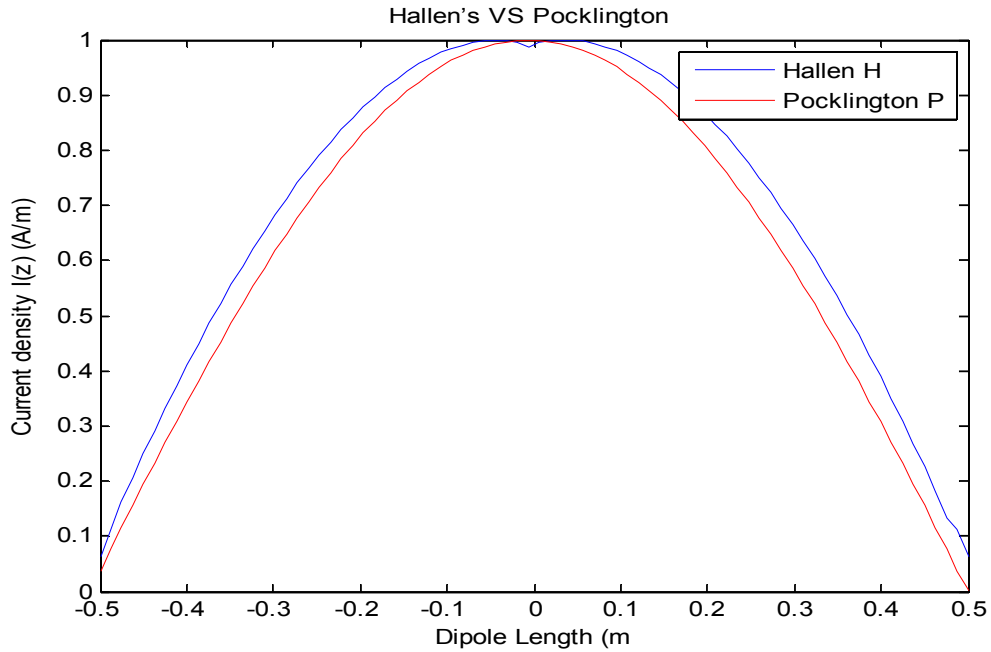
Threshold	Wavelet Number	Sparsity (%)
10^{-2}	32	79.50
	64	58.11
	128	89.34
	512	91.03
10^{-3}	32	36.14
	64	75.33
	128	78.12
	512	80.56
10^{-4}	32	58.22
	64	68.02
	128	71.23
	512	73.05

The sparsification of the impedance matrix with respect to the chosen threshold and the wavelet number is presented in table 1. One can notice from the table 1, that increasing wavelet number can improve sparsification and lower threshold decrease sparsification. Although accuracy of the results is obtained for very low threshold a compromise is necessary.

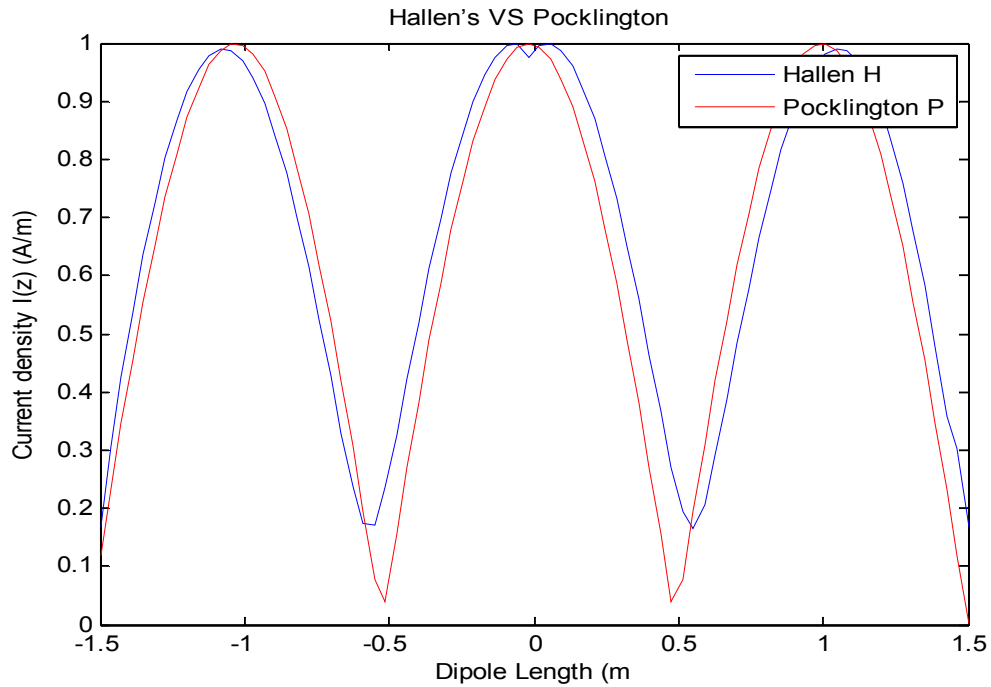
The Haar wavelets are used to solve Hallén's and Pocklington's integral equation for a thine-wire some properties of Haar wavelets are presented and are utilized to reduce the computation of Hallén's and Pocklington's integral equation to some sparse matrix equation. The method is computationally attractive and applications are demonstrated through illustrative examples

5.3 COMPARISON BETWEEN THE SOLUTIONS OBTAINED BY THE INTEGRAL EQUATION HALLEN'S AND POCKLINGTON'S

Assume a center-fed linear dipole of $l=0.5\lambda$, then $l=1.5\lambda$, and $a=0.005\lambda$. Determine the normalized current distribution over the length of the dipole using $N=64$ segments to subdivide the length. Plot the current distribution use Pocklington's and Hallén's equation to solve the problem (figure (6.a) and (6.b)).



(a)



(b)

Fig.7. Current distribution versus the position along a Thin wire, $N=64$ and $l/a= 518$, fed by a delta-gap voltage $V_0 = 1$ V in its center
 a)- $l=\lambda/2$; (b)- $l=1.5*\lambda$

6 CONCLUSIONS

In this paper we have shown that the radiation problem of dipole antennas stated as Hallen's and Pocklington's Equation can be solved using Method of Moment suitably modified with wavelets. A sparse matrix equation is attained from the thin-wire electric-field integral equation (EFIE) by using this technique. The result extracted from Pocklington's integral equation gives better convergence at the feeding point, though it takes more time to be computed because of the complexity in Eq. (16) or (20). Also, the Pocklington's integral equation provides more accurate results in the end points of the wire, as the one obtained of the integral equation Hallen's. The results of half wave dipole antennas and those of full wave antennas agree with those computed directly and those in the literature.

REFERENCES

- [1] Bindubritta Acharjee and Md. Abdul Matin, Member IEEE, " Analysis of Wire Antennas by Solving Pocklington's Integral Equation Using Wavelets", ICECE2008, 978-4244-2015- 5/08/\$25.005©2008IEEE.
- [2] Lashab, Benabdelaziz, and Zebiri, "ANALYSIS OF ELECTROMAGNETICS SCATTERING FROM REFLECTOR AND CYLINDRICAL ANTENNAS USING WAVELET-BASEDMOMENT METHOD", Progress in Electromagnetics Research, PIER 76, 357–368, 2007
- [3] CONSTANTINE A. BALANIS, "ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN", Copyright 2005 by John Wiley & Sons.
- [4] Walton C.Gibson, "The method of Moments in Electromagnetics", 2008 by Taylor and Francis Group, LLC.
- [5] Tretiakov and Pan, "MALVAR WAVELET BASED POCKLINGTON EQUATION SOLUTIONS TO THIN-WIRE ANTENNAS AND SCATTERERS", Progress In Electromagnetics Research, PIER 47, 123–133, 2004
- [6] JAIDEVA C. GOSWAMI, ANDREW K. CHAN, " Fundamentals Wavelets Theory, Algorithms, and Applications", Copyright © 2011 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.
- [7] Tapan K. Sarkar, Magdalena Salazar-Palma and MichaelC.Wicks, "Wavelet Applications in Engineering Electromagnetics", ©2002ARTECHHOUSE,INC.
- [8] GEORGEW.PAN, "Wavelets in Electromagnetics and Device Modeling", Copyright © 2003 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.
- [9] Cecilia Marasini. Eindhoven, "Efficient computation techniques for Galerkin MoM antenna design, Technische Universities Eindhoven, 2008.
- [10] ROGER F.HARRINGTON, Field computation by Moment Methods, 1992 Editorial Board William Perkins, Editor in Chief.
- [11] V. Mishra, H. Kaur, and R.C. Mittal, "HAAR WAVELET ALGORITHM FOR SOLVING INTEGRAL AND INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS", Int. J. of Appl. Math and Mech. 8 (6): 69-82, 2012.
- [12] Guido Ala, Member, IEEE, Maria Luisa Di Silvestre, Elisa Francomano, and Adele Tortorici," An Advanced Numerical Model in Solving Thin-Wire Integral Equations by Using Semi- Orthogonal Compactly Supported Spline Wavelets", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, VOL. 45, NO. 2, MAY 2003
- [13] Wang, J. H., Generalized Moment Methods in Electromagnetics: Formulation and Computer Solution of Integration Equations, Wiley, 1993.
- [14] G. Hariharan, " Haar Wavelet Method for Solving Cahn-Allen Equation", Applied Mathematical Sciences, Vol. 3, 2009.
- [15] Vishwa Nath Maurya, Avadhesh Kumar Maurya," Application of Haar Wavelets and Method of Moments for Computing Performance Characteristics of Electromagnetic Materials", American Journal of Applied Mathematics and Statistics, 2014, Vol. 2, No. 3, 96-105
- [16] M. Lashab', c. Zebiri, " Wavelet-based Moment Method Analysis of Horn Antenna for Millimeter-Wave Applications", 978-1-4244-3757-3/09/\$25.00 ©2009 IEEE
- [17] Varun Jeoti, and P.C. Sharma," On Solving Pocklington Equation: A Wavelet Based MOM for Analyzing Dipole Antenna", 0-7803-867 I -X/04/\$20.00 02004 IEEE.
- [18] Amir GERANMAYEH, Rouzbeh MOINI, and S. H. Hesam SADEGHI, "COMPARISON OF VARIOUS WAVELET BASIS FUNCTIONS IN SOLVING THIN-WIRE EFIE FOR WIDE BAND APPLICATIONS", ISBN:4-88552-206-4 C3055© IEICE.
- [19] Francesca Vipiana, Marco Sabbadini, Giuseppe Vecchi," Wavelt expansion of the antenna far Field for "beam-based" Pattern synthesis", 0-7803-7846-6/03/17.00 © 2003 IEEE.

L'impact de la salinité sur le comportement hydrique et métabolique d'une variété de Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.)

[The impact of salinity on water and metabolic behavior of a variety of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.)]

Asma Achour, Yasmina Bidai, and Moulay Belkhdja

Laboratoire de Biotoxicologie Expérimentale, Biodépollution et de Phytoremediation, Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, Département de biologie, Algérie

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 processes involved in the development of a performance culture are influenced not only by genetic factors but also by the intervention of environmental factors. Soil salinity is a permanent threat to the survival of plants. The choice of a salt tolerant species would be a solution to this constraint. This study aims to assess the impact of salt stress during the vegetative stage of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). Plants were stressed with different concentrations of NaCl from 0, 50, 100, 150 to 200 mM NaCl for one week. The results obtained show that the application of stress results in a moderate decrease in the relative water content. Chlorophyll a, b, and total caroténoïdes are declining during times of stress. An increase in proline content and soluble sugars was recorded in leaves and roots. The accumulation of proline and soluble sugars could be an indicator of salinity tolerance which explains the maintenance of good water status among the studied plants. The biosynthesis of chlorophyll pigments would be linked to the proline biosynthesis activity.

KEYWORDS: NaCl, Okra, RWC, pigments, soluble sugars, proline.

RÉSUMÉ: Les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés non seulement par des facteurs génétiques mais aussi par l'intervention des facteurs environnementaux. La salinité du sol est une menace permanente à la survie des végétaux. Le choix d'une espèce tolérante au sel serait une solution à cette contrainte. Cette étude a pour but d'évaluer l'impact du stress salin durant le stade végétatif du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Les plantes ont été stressées avec différentes concentrations de NaCl allant de 0, 50, 100, 150 jusqu'à 200 mM de NaCl pendant une semaine. Les résultats obtenus montrent que l'application du stress conduit à une diminution modérée de la teneur relative en eau. La teneur en chlorophylle a, b, totale et caroténoïdes subissent une régression pendant la période de stress. Une augmentation de la teneur en proline et en sucres solubles a été enregistrée au niveau des feuilles et racines. L'accumulation de proline et des sucres solubles pourrait être un indice de tolérance à la salinité ce qui explique le maintien d'un bon statut hydrique chez les plantes étudiée. La biosynthèse des pigments chlorophylliens serait liée à l'activité de biosynthèse de la proline.

MOTS-CLEFS: NaCl, Gombo, RWC, pigments, sucres solubles, proline.

1 INTRODUCTION

Les changements climatiques observés depuis quelques décennies apparaissent comme une cause profonde des modifications environnementales [1], [2]. Ceci se traduit essentiellement par l'accroissement des terres arides qui

représentent actuellement 44% de la surface du globe [3]. Ces écosystèmes fragiles sont caractérisés par une forte irrégularité des précipitations associées à une importante évaporation favorisant l'accumulation des sels dans le sol [4], [5], une irrigation relativement saline [6], sérieuse menace pour les terres cultivables, au développement agricole [7] et à la répartition géographiques des plantes dans leur habitat [8]. La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe qui affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente [9]. En Algérie, 3,2 millions d'hectares de terres arables sont menacés par la salinisation [10]. Le stress salin est le résultat d'un déficit hydrique dans la plante sous forme de sécheresse physiologique [11]. Ce stress osmotique se traduit essentiellement par l'accumulation toxique des ions dans les cellules et/ou un déséquilibre nutritionnel dû à un excès de certains ions [12]. La toxicité des ions, le stress osmotique et le déséquilibre nutritif associés ont un impact néfaste sur la croissance des plantes et leur productivité [13], [14]. En effet, selon le degré de stress dans le milieu, les plantes sont exposées à des modifications de leur comportement morpho-physiologique [15], anatomique [16], [17] et biochimique [18]. Dans ces conditions, les plantes se trouvent en situation stressante et développent des mécanismes de défense [19]. L'accumulation de différents solutés protège les plantes contre le stress salin en contribuant à l'ajustement osmotique [19], la protection de l'intégrité de la membrane [20], la stabilisation des enzymes [21], et à la détoxification des dérivés réactifs de l'oxygène [22]. Certains solutés remplissent une fonction supplémentaire afin de protéger les composants cellulaires de la déshydratation [23]. Ainsi, les plantes réagissent à ce stress, soit pour disparaître soit pour déclencher des mécanismes de résistance [24]. Parmi ces mécanismes, l'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à la contrainte [4], [25]. Le stress osmotique est dû à l'excès de Na^+ et Cl^- dans l'environnement qui réduisent le potentiel osmotique de la solution du sol et donc l'absorption d'eau par la racine de la plante [23]. L'ajustement osmotique constitue le processus majeur permettant à la cellule de maintenir sa turgescence [26]. Pour limiter la perte en eau, les plantes sont capables de maintenir la turgescence de leurs cellules grâce à l'accumulation contrôlée de composés organiques appelés osmoticum et osmoprotecteurs, tels que sucres solubles [27], acides aminés [28], composés d'ammonium quaternaire [23], hormones [29], polyamines [30], afin d'atténuer l'effet du sel [31]. Pour améliorer le rendement des cultures, une plus grande attention à la production de variétés tolérantes au sel est nécessaire pour relever les défis du 21ème siècle. Dans ce contexte, ce travail est une contribution à l'étude des comportements hydrique, physiologique et biochimique d'une espèce légumière, le gombo soumis à différents régimes de salinité.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Cette étude est réalisée sur une variété de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), un fruit cultivé dans l'Est algérien, spécialement dans la région de Nechmana (Wilaya de Annaba). L'expérimentation a été menée sous une serre contrôlée.

2.2 APPLICATION DU STRESS

Au bout de trois semaines de culture, les plantes ont été réparties en cinq lots et ont subi pendant une semaine un stress salin (NaCl) à différentes concentrations (0, 50, 100, 150 et 200 mM de NaCl).

2.3 MESURE DE LA TENEUR RELATIVE EN EAU (RWC)

La teneur relative en eau a été mesurée sur une feuille bien développée, elle est déterminée par la relation de [32]:

$$\text{RWC}(\%) = \frac{\text{Pf} - \text{Ps}}{\text{Pr} - \text{Ps}} \times 100$$

Pf : poids frais

Ps : poids sec

Pr : poids à saturation

2.4 DOSAGE DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS ET CAROTÉNOÏDES

Dans un tube à essai, à 100 mg d'échantillon frais, coupé en petits fragments, sont ajoutés 10 ml d'acétone à 95% et l'ensemble est conservé à l'obscurité à 4°C pendant 48h. Le calcul des concentrations en chlorophylles totales (chl totales), chlorophylle a (chl a), chlorophylle b (chl b), caroténoïdes (car) s'effectue en appliquant diverses équations établies par [33].

$$\text{Chl a } (\mu\text{g. mL}^{-1}) = 12,25. \text{DO}_{663} - 2,79. \text{DO}_{647}$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g. mL}^{-1}) = 21,5. \text{DO}_{647} - 5,10. \text{DO}_{663}$$

$$\text{Chl tot } (\mu\text{g. mL}^{-1}) = 7,15. \text{DO}_{663} + 18,71. \text{DO}_{647}$$

$$\text{Car } (\mu\text{g. mL}^{-1}) = \frac{1000. \text{DO}_{470} - 1,82. \text{chl a} - 85,02 \text{chl b}}{198}$$

2.5 DOSAGE DES SUCRES SOLUBLES

100 mg de matériel végétal frais, sont macérés dans 3 ml d'éthanol pendant 48h. Après évaporation de l'alcool 20ml d'eau sont ajoutés. Les sucres solubles totaux sont dosés par la méthode [34].

2.6 DOSAGE DE LA PROLINE

Selon la méthode de [35], 400 mg de matériel végétal étuvé sont broyés avec 5 ml d'éthanol à 95% auxquels sont rajoutés 15 ml d'éthanol à 70%. La solution finale est recueillie dans un tube à essai afin qu'elle soit décantée pendant 60 min. 5 ml de la phase supérieure sont prélevés puis additionnés de 2 ml de chloroforme et 3 ml d'eau distillée. Après 24h, la phase supérieure est récupérée pour le dosage, réalisé selon la technique de [36].

2.7 ANALYSE STATISTIQUE

Les données obtenues ont été soumises à des analyses de variance à l'aide du logiciel SPSS pour évaluer la significativité des effets testés, le coefficient de corrélation de rang de Spearman est calculé pour évaluer la relation entre les paramètres étudiés et l'effet du NaCl, et son niveau de signification. Les moyennes sont comparées par le test de Tukey HSD (Honestly Significant Difference) afin de déterminer les groupes homogènes à $\alpha=0,05$.

3 RESULTATS

Les résultats montrent aussi que la salinité crée un effet significatif sur le RWC, la probabilité se situe en dessous de 0.05. L'analyse statistique révèle une corrélation négative entre ces deux facteurs hautement significative ($r=0,803^{**}$, $p<0.001$, Tab. 1). Chez les plantes témoins à celles traitées à 150 mM de NaCl, le contenu hydrique des feuilles reste faiblement affecté; sous le traitement 200 mM de NaCl, le RWC subit une chute significative avec des taux de réduction de 28.13% contre 4.4% chez les plantes témoins (figure 1).

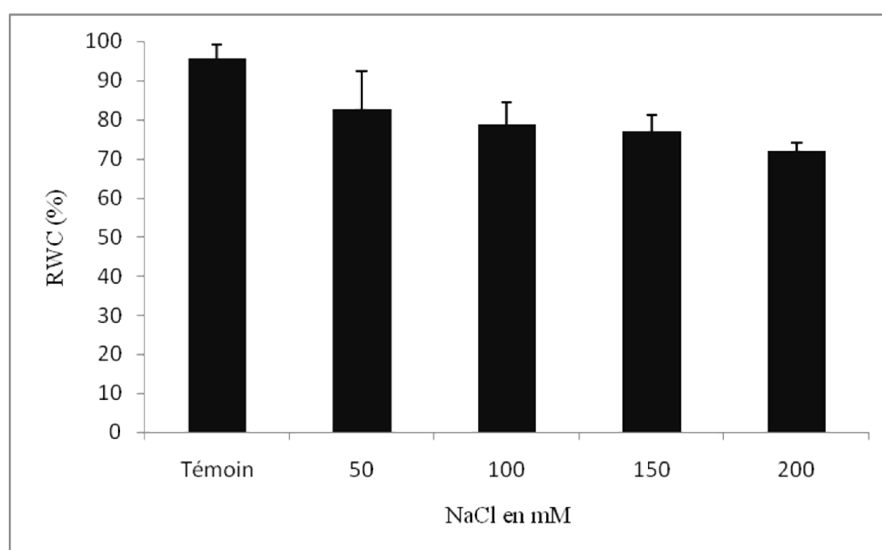


Fig. 1. Variation de la teneur relative en eau (RWC) des feuilles d'*Abelmoschus esculentus* (L.) après une semaine de stress au NaCl

Les pigments analysés indiquent une corrélation négative, hautement significative sous l'effet du stress salin ($p < 0.05$), exprimée pour les chl a avec $r = 0,568^{**}$ et $p < 0.001$, les chl b avec $r = 0,583^{**}$, $p < 0.001$, chl totales avec $r = 0,607^{**}$, $p < 0.001$ et les car avec $r = 0,506^{**}$ et $p < 0.001$ (Tab. 1). Sous 50 mM de NaCl la chl a est à son optimum suivie par les plantes témoins au-delà de 50 mM de NaCl les concentrations tendent vers la baisse jusqu'à atteindre $9,45 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. L'optimum de chlorophylles totales est de $16,71 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ chez les plantes témoins au-delà de cette concentration le taux chute sévèrement. Les teneurs en chlorophylles a sont 3 à 4 fois plus élevées que les teneurs en chlorophylles b et cela pour tous les traitements (figure 2).

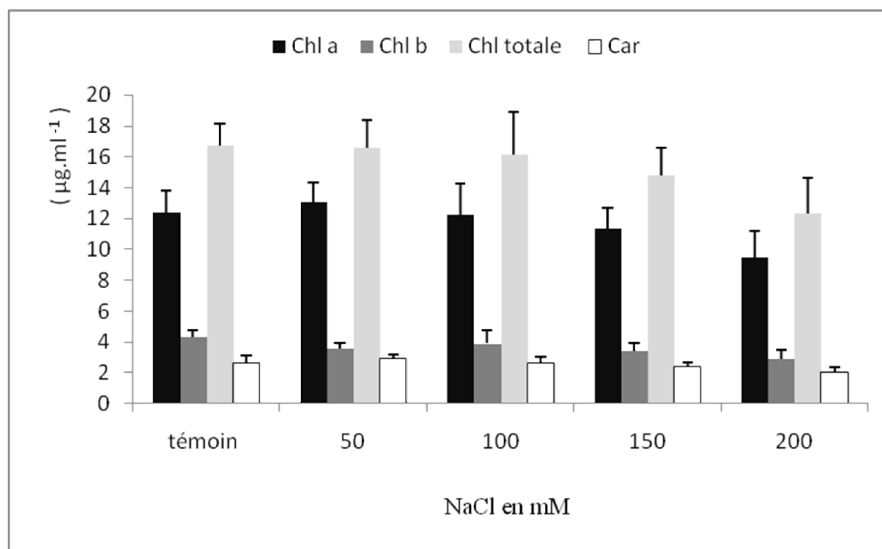


Fig. 2. Variation des teneurs en chlorophylle totales, chlorophylle a (chl a), chlorophylle b (chl b), caroténoïdes (car) ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) des feuilles d *Abelmoschus esculentus* (L.)

Le sel a un effet significatif sur l'accumulation des sucres solubles ($p < 0.05$). Les résultats indiquent que la corrélation positive entre ces deux facteurs est hautement significative ($r = 0,847^{**}$, $p < 0.001$, Tab.1). L'accumulation des sucres solubles (figure 3), sous l'effet de la salinité, se fait dans le sens feuilles racines aussi bien chez les plantes témoins que stressées jusqu'à 50 mM de NaCl ; au-delà de cette concentration la tendance de l'accumulation des sucres s'inverse dans le sens racines feuilles. Pour atteindre des valeurs de $40,82 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ et $55,46 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ respectivement dans les racines et les feuilles des plantes traitées à 200 mM de NaCl.

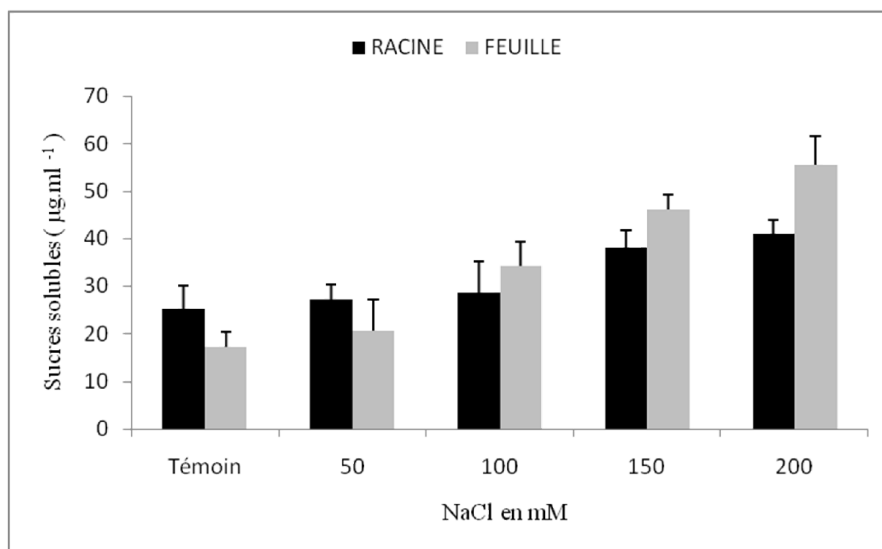


Fig. 3. Teneur en sucres solubles ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) analysée après une semaine de stress au NaCl dans les feuilles et les racines d'*Abelmoschus esculentus* (L.)

Le sel a un effet significatif sur l'accumulation de la proline ($p < 0.05$). Les résultats indiquent que la corrélation positive entre ces deux facteurs est hautement significative ($r = 0,776^{**}$, $p < 0.001$, Tab. 1). L'examen de la figure 4 montre que la proline évolue dans le même sens que la concentration de la solution saline. Cet acide aminé s'accumule davantage lorsque le milieu de culture s'enrichit en NaCl, aussi bien dans les feuilles que dans les racines, sa teneur passe significativement de $9,85 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ et $4,15 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ respectivement pour les feuilles et les racines des plantes témoins jusqu'à $42,1 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ et $21,5 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ pour le traitement à 200 mM de NaCl. Il faut remarquer que les feuilles accumulent deux fois plus de proline que les racines aussi bien chez les plantes témoins que celles stressées.

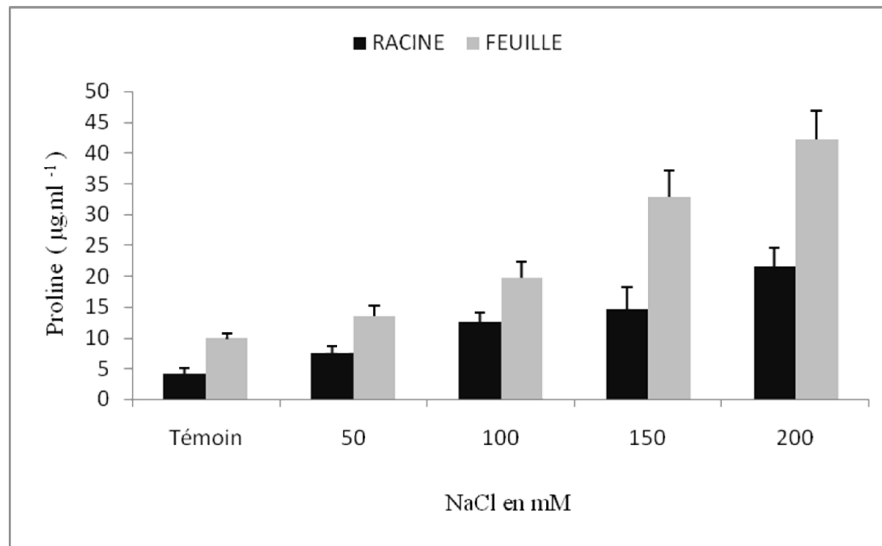


Fig. 4. Teneur en proline ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) analysée après une semaine de stress au NaCl dans les feuilles et les racines d'*Abelmoschus esculentus* (L.)

Tableau1. Matrice de corrélation de spearman entre sel, organe, proline, sucres solubles, RWC, chl_a, chl_b, chl.totales et car.

	sel	Organe	proline	sucres	RWC	chl _a	chl _b	chl.totales	car
Sel	1								
Organe	,000	1							
Proline	,776 ^{**}	-,504 ^{**}	1						
Sucres	,847 ^{**}	-,127	,841 ^{**}	1					
RWC	-,803 ^{**}	. ^b	-,687 ^{**}	-,709 ^{**}	1				
Chl _a	-,568 ^{**}	. ^b	-,558 ^{**}	-,581 ^{**}	,356	1			
Chl _b	-,583 ^{**}	. ^b	-,532 ^{**}	-,471 [*]	,514 ^{**}	,722 ^{**}	1		
chl.totales	-,607 ^{**}	. ^b	-,584 ^{**}	-,578 ^{**}	,423 [*]	,980 ^{**}	,847 ^{**}	1	
car	-,506 ^{**}	. ^b	-,526 ^{**}	-,618 ^{**}	,258	,911 ^{**}	,425 [*]	,825 ^{**}	1

** : Significatif à $p \leq 0.001$

* : Significatif à $p \leq 0.05$

b. Calcul impossible car au moins une variable est une constante.

4 DISCUSSION

La salinité est l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance et la productivité des plantes [23], [37], [25]. Les résultats obtenus montrent que la teneur relative en eau des feuilles des plantes d'*Abelmoschus esculentus* L., est réduite lorsqu'elles sont soumises à des concentrations élevées en NaCl. Selon [38], les sels affectent toutes les parties de la plante et sont plus perceptibles sur les feuilles. Cette sensibilité foliaire s'accroît avec l'augmentation des concentrations de NaCl dans la solution d'arrosage. En effet l'augmentation de la teneur en NaCl entraîne une diminution de l'hydratation des tissus [39]. L'intensification du traitement salin s'accompagne d'une diminution du niveau d'hydratation qui reste toutefois tolérable. Le maintien d'une teneur relative en eau élevée, sous stress hydrique, est une forme remarquable de résistance [40]. Des études faites sur le blé [41] et le maïs [42] font ressortir des résultats similaires concernant la baisse de la teneur

relative en eau. Ceci peut être dû à la toxicité des ions Na^+ et/ ou Cl^- accumulés dans le cytoplasme à des niveaux dépassant la capacité de compartimentage [38] dans la vacuole. L'accumulation apoplasmique des ions Na^+ et Cl^- serait le paramètre le plus impliqué dans le flétrissement et la mortalité de certaines espèces [31]. Selon [43], la mortalité des plantes en milieu salin s'explique par une perturbation de l'alimentation hydrique et d'une inhibition du métabolisme. Dans les zones arides et semi-arides, la contrainte saline est souvent associée au déficit hydrique. Le stress salin induit des changements au niveau du statut hydrique de la plante [44]. Ce processus conduit à un dessèchement des feuilles [45], une diminution du contenu relatif en eau des feuilles suite à la perte d'eau cellulaire [46], une réduction générale de la croissance [45], la transpiration [47], l'absorption hydrique par les racines [48] et perturbe l'homéostasie cellulaire [49], [50]. La salinité perturbe l'intégrité cellulaire et la fonction de l'appareil photosynthétique [51] (Munns et Tester, 2008). Par ailleurs, [52] rapportent que l'acide abscissique, agit comme un signal de stress [53] synthétisé notamment en réponse à un déficit hydrique, et identifié comme l'un des signaux impliqués dans la régulation des stomates. Leur fermeture permet une diminution de la perte en eau mais elle provoque également une diminution de l'apport en CO_2 . Le stress salin a augmenté de manière significative la consommation d'eau chez le gombo [54].

Les résultats montrent une augmentation dans la teneur en sucres solubles chez les différents organes en fonction de la concentration saline. Le NaCl induit des augmentations des teneurs des composés glucidiques proportionnellement aux doses chimiques appliquées [55]. Chez les plantes, les sucres sont nécessaires pour soutenir la croissance et la régulation de l'expression génique [56]. Ils sont également considérés comme de bons osmorégulateurs [57], [58], qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress osmotique [59]. Selon [58], les sucres solubles protégeraient les membranes contre la déshydratation, l'état de déficit hydrique contribuerait en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique. Chez le riz cultivé sous stress salin, il a été observé une dégradation de l'amidon et une accumulation des sucres solubles s'accompagnant de l'augmentation de l'activité de l'amidon phosphorylase, de celle de la glucose phosphate synthase et d'une diminution de l'activité de l'invertase [60]. Ainsi, [61] observent chez les plantes de riz soumises à un stress une diminution de l'activité du fructose 2-6- biphosphate, conduisant à une accumulation de saccharose et contribuant ainsi à l'augmentation de la tolérance au sel chez certaines variétés en augmentant l'osmolarité interne des cellules et les réserves disponibles en carbone. Les sucres solubles agissent comme molécules de signalisation en situation de stress [62]. Les sucres solubles ont un double rôle chez les plantes, ils participent aux événements métaboliques et agissent comme signaux moléculaires pour la régulation des différents gènes, en particulier ceux qui sont impliqués dans la photosynthèse, le métabolisme du saccharose et de la synthèse d'osmolyte [63]. L'accumulation des sucres est suggérée comme indice de résistance non seulement au stress salin mais également au stress hydrique du fait que la salinité est également une sécheresse de type physiologique [4].

Il est signalé également que les teneurs en chlorophylle totale et en caroténoïdes sont influencées négativement par le régime salin. Cependant l'apport de NaCl à 50 mM et 100 mM stimule respectivement la biosynthèse de chlorophylle a et b. Au-delà de 100 mM de NaCl les teneurs en chlorophylle a et b enregistrent une baisse. La salinité a un effet dépressif par une réduction de la teneur en chlorophylle a, b et totale [55], [64], [65]. Sous un régime salin la chlorophylle a, b et caroténoïdes ont été considérablement réduits chez le mung bean [66] et le *canola* [67]. Des quantités excessives d'ions toxiques dans les tissus foliaires de cultivars de gombo peuvent se comporter comme agent dégradant de la chlorophylle [68]. La diminution de la synthèse de la chlorophylle peut être due, entre autre, à une diminution de l'acide 5-aminolévulinique [69]. Le NaCl inhibe la synthèse de l'acide 5-aminolévulinique, un précurseur de la chlorophylle [70], [71]. Sous contrainte hydrique, on constate une perturbation au niveau des réactions photochimiques de la photosynthèse, avec un blocage du transfert d'électrons entre LHC II et PSII [72]. En outre, la culture de plantes dans des conditions de solution saline est connue pour endommager le PSII [73] et les enzymes photosynthétiques [74]. Le stress salin joue un rôle dans la diminution de l'activité de la chlorophyllase [75]. La diminution du taux d'assimilation du CO_2 dans les feuilles est associée à une inhibition de la photosynthèse [76]. Le NaCl réduit la teneur en chlorophylle même à plus faible concentration avec une augmentation du ratio chl a/chl b [70]. Les plantes exposées au stress salin ont montré des symptômes de chlorose des feuilles et de nécrose, des résultats similaires ont été confirmés par [77]. Les gènes impliqués dans la photosynthèse et la mobilisation des réserves stockées sont réprimés lors d'une augmentation de la concentration de sucre, tandis que les gènes requis pour le catabolisme du carbone métabolite sont induits [78].

Les concentrations salines appliquées provoquent une augmentation linéaire des teneurs en proline, des résultats similaires ont été mis en évidence chez le gombo [54], [68], chez le ricin [79], le blé dur [80], le blé tendre [81], Pistachier de l'atlas [82], le riz [83]. Il est établi que la proline est certainement un des osmolytes le plus répandu. Lors d'un stress osmotique, sa biosynthèse est augmentée dans les chloroplastes [84] et son accumulation chez les plantes stressées a une fonction de protection [85], suite à la perturbation du métabolisme des protéines [55]. Le processus d'accumulation de la proline dans les tissus foliaires est considéré comme un critère d'adaptation [86]. Elle permet aux plantes de supporter le manque d'eau par une diminution du potentiel osmotique [87]. La synthèse de cet acide aminé à partir du L-Glutamate est

catalysée par une enzyme : la Δ^1 -Pyrroline-5-carboxylate synthétase (P5C synthétase) dont la synthèse est induite par le stress salin [88] [86]. Chez le blé, une grande accumulation de proline est corrélée à une diminution en pigments chlorophylliens totaux, a et b, cette corrélation est négative pour ces deux paramètres. Ces résultats suggèrent l'existence d'une connexion vraisemblable entre les voies de biosynthèse des pigments chlorophylliens et de la proline [89]. Une compétition entre ces deux composés sur leur précurseur commun, le glutamate, peut être à l'origine de cette évolution [90], [18]. Il semble que la stimulation de la synthèse de la proline soit parallèle à une activation globale d'une voie métabolique partant du glutamate semialdéhyde et conduisant à la proline [91].

5 CONCLUSION

Les concentrations élevées en NaCl avantagent l'accumulation des sucres solubles et de proline qui seraient impliqués dans les mécanismes d'ajustement osmotique et serviraient aussi comme osmoprotecteurs, ce qui a permis le maintien d'une turgescence cellulaire convenable chez les jeunes plantes de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Le maintien d'une teneur relative en eau modérée, sous stress salin, est une forme remarquable de résistance. Il ressort aussi qu'il existe des corrélations entre les synthèses en pigments chlorophylliens et la biosynthèse de proline.

RÉFÉRENCES

- [1] E. Stoetzel, E. Campmas, P. Michel, B. Bougariane, B. Ouchaou, F. Amani, M. A. El Hajraoui and R. Nespoulet, "Context of modern human occupations in North Africa: Contribution of the Témara caves data," *Quaternary International*, vol. 320, pp. 143-161, 2014.
- [2] Diack, M., Diop, T., and Ndiaye, R., Restoration of Degraded Lands Affected by Salinization Process Under Climate Change Conditions: Impacts on Food Security in the Senegal River Valley, In : R. Lal, B. R. Singh, Dismas .L. Mwaseba, D. Kraybill, D. O. Hansen and L. O. Eik (Eds.), Sustainable Intensification to Advance Food Security and Enhance Climate Resilience in Africa, Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, pp. 275-288, 2015.
- [3] I. Stavi and R. Lal, Achieving Zero Net Land Degradation: "Challenges and opportunities," *Journal of Arid Environments*, vol. 112, no. Part A, pp. 1-8, 2015.
- [4] R. Munns, R. A. James and A. Lauchli, "Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals," *Journal of Experimental Botany*, vol. 57, no. 5, pp. 1025-1043, 2006.
- [5] I. Lachhab, S. Louahlia, M. Laamarti, and K. Hammani, "Effet d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 3, no. 2, pp. 511-516, 2013.
- [6] C. Alem, M. Labhililib, K. Brahmic, M. Jlibened, N. Nasrallahe and A. Filali-Maltouff, "Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin," *Comptes Rendus Biologies*, vol. 325, no. 11, pp. 1097-1109, 2002.
- [7] K.V. Chaitanya, C. R. Krishna, G. V. Ramana and S. K. Beebi, "Salinity stress and sustainable agriculture," *Agricultural Reviews*, vol. 35, no. 1, pp. 34-41, 2014.
- [8] Z. Ahmed. and S.A. Snoussi, "Valuation of not conventional salt waters in dry culture," *Agriculture - Science and Practice*, vol. 7, no. 3-4, pp. 87-88, 2013.
- [9] J.P. Legros, "La salinisation des terres dans le monde," *conférence n°4069, Bull.*, no. 40, pp. 257-269, 2009.
- [10] B. Benmahiou, F. Daguin and M. Kaid-Harche, "Effet du stress salin sur la germination et la croissance *in vitro* du pistachier (*Pistacia vera* L.)," *Comptes Rendus Biologies*, vol. 332, no. 8, pp. 752-758, 2009.
- [11] S. Mahajan and N. Tuteja, "Cold salinity and drought stresses, An overview Archives of Biochemistry and Biophysics," vol. 444, no. 2, pp. 139-158, 2005.
- [12] D. Souguir, O. Jouzdan, M.L. Khouja and M. Achicha, "Suivi de la croissance d'*Aloe vera* en milieu salin : Prcelle de kalaat Landelous (Tunisie)," *Etude et Gestion des Sols*, vol. 30, no. 3, pp. 19-26, 2013.
- [13] K. Mguis, A. Albouchi, Z. Ouerghi, M. Yakoubi-Tej, A. Mahjoub and N. Ben Brahim, "Influence d'une contrainte saline sur la croissance d'*Aegilops geniculata* Roth et du blé dur (*Triticum durum* Desf.)," *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, vol. 158, no. 4, pp. 553-565, 2011.
- [14] M. Salehi and A. Arzani, "Evaluation of triticale genotypes for salt tolerance using physiological traits," *Emir. J. Food Agric*, vol. 26, no. 3, pp. 277-283, 2014.
- [15] M. Ben Naceur, C. Rahmoune, H. Sdiri, M.L. Meddahi and M. Selmi, "Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé," *Science et Changements Planétaires / Sécheresse*, vol. 12, no. 3, pp. 167-174, 2001.

- [16] M. Nasir Khan, M. H. Siddiqui, F. Mohammad, M. Naeem and M. Masroor A. Khan, "Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defence system and osmoprotectant accumulation," *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 32, no. 1, pp. 121-132, 2010.
- [17] L. Benidire, K. Daoui, Z.A. Fatemi, W. Achouak, L. Bouarab, K. Oufdou, "Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. (Effect of salt stress on germination and seedling of *Vicia faba* L.)," *Journal of Materials and Environmental Science*, vol.6,no.3, pp. 840-851, 2015.
- [18] A.K.Grennan, "High Impact Abiotic Stress in Rice. An "Omic" Approach," *Plant Physiology*, vol. 140, no. 4, pp. 1139-1141, 2006.
- [19] M. Denden, T. Bettaieb, Alef Salhi and M. Mathlouthi, "Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales," *Tropicultura*, vol 23, no 4, pp.220-225,2005.
- [20] M.M.F. Mansour, "Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine and proline against NaCl stress," *Plant Physiol. Biochem*, vol.36, no.10, pp. 767-772, 1998.
- [21] Timasheff, S.N., and Arakawa, T., Stabilization of protein structure by solvents. In: Creighton TE (Eds.), *Protein structure. A practical approach*, Oxford: IRL Press, pp. 331-44, 1989.
- [22] T. Karuppanapandian, J.C. Moon, C. Kim, K Manoharan and W. Kim, "Reactive Oxygen Species in Plants: Their Generation, Signal Transduction, and Scavenging Mechanisms," *Australian Journal of Crop Science*, vol.5, no. 6, pp. 709-725, 2011.
- [23] Rasool, S., Hameed, A., Azooz, M.M., Rehman, M., Siddiqi, T.O. and Ahmad, P., Salt Stress: Causes, Types and Responses of Plants, in: P. Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, pp. 1-24, 2013.
- [24] L. Hamrouni, M. Hanana, C. Abdelly and A. Ghorbel, "Exclusion du chlorure et inclusion du sodium : deux mécanismes concomitants de tolérance à la salinité chez la vigne sauvage *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (var. 'Séjnéne')," *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, vol.15, no.3, pp. 387-400, 2011.
- [25] M. O. Ly, D. Kumar, M. Diouf, S. Nautiyal and T. Diop, "Effet de la salinité sur la croissance et la production de biomasse de deux provenances de *Jatropha curcas* L. cultivés en serre," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol.8, no.1, pp. 46-56, 2014.
- [26] S. Berka and F. Aïd, "Réponses physiologiques des plants d'*Argania spinosa* (L.) Skeels soumis à un déficit hydrique édaphique," *Sécheresse*, vol.20, no.3, pp. 296-302, 2009.
- [27] T. Boriboonkaset, C. Theerawitaya, N. Yamada, A. Pichakum, K. Supaibulwatana, S. Cha-um, T. Takabe and C. Kirdmanee, "Regulation of some carbohydrate metabolism-related genes, starch and soluble sugar contents, photosynthetic activities and yield attributes of two contrasting rice genotypes subjected to salt stress," *Protoplasma*, vol. 250, no. 5, pp. 1157-1167, 2013.
- [28] I. Slama, K. Ben Rejeb, A. Rouached, A. Jdey, M. Rabhi, O. Talbi, A. Debez, A. Saviouré, C. Abdelly, "Presence of proline in salinized nutrient solution re-enforces the role of this amino acid in osmoregulation and protects lipid membrane peroxidation in *Arabidopsis thaliana*," *Australian Journal of Crop Science*, vol. 8, no.10, pp.1367-1372, 2014.
- [29] M. Amjad, J. Akhtar, M. Anwar-ul-Haq, A. Yang, S. S. Akhtar and S.E. Jacobsen, "Integrating role of ethylene and ABA in tomato plants adaptation to salt stress," *Scientia Horticulturae*, vol. 172, pp. 109-116, 2014.
- [30] Todorova, D., Katerova, Z., Sergiev I., and Alexieva, V., Role of Polyamines in Alleviating Salt Stress, in: P. Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, pp. 355-38, 2013.
- [31] Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M., Ahmad, P., Chanda, R., Prasad, M.N.V. and Ozturk, M., Enhancing plant productivity under salt stress: Relevance of polyomics, in: P. Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), *Salt Stress in Plants : Signalling, Omics and Adaptations*, New York, NY : Springer New York, pp. 113-56, 2013.
- [32] J.M. Clarke and T.N. McCaig, "Evaluation of Techniques for Screening for Drought Resistance in Wheat," *Crop Science*, vol. 22, no. 3, pp. 503-506, 1982.
- [33] Lichtenthaler, H. K., Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, vol. 148, pp. 350-382, 1987.
- [34] M. DuBois , K. A. Gilles , J. K. Hamilton , P. A. Rebers, F. Smith, "Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances," *Anal. Chem.*, vol. 28, no.3, pp 350-356, 1956.
- [35] S. T. Nguyen and Roger Paquin, "Méthodes d'extraction et de purification des acides aminés libres et des protéines de tissus végétaux," *Journal of Chromatography A.*, vol. 61, pp. 349-351, 1971.
- [36] I. Bergman and R. Loxley, "New spectrophotometric method for the determination of proline in tissue hydrolyzates," *Anal. Chem.*, vol. 42, no.7, pp. 702-706, 1970.
- [37] W. S. Soliman, and A. H. El-Shaieny, "Effect of saline water on germination and early growth stage of five *Apiaceae* species," *Academic Journals*, Vol. 9,no.7, pp. 713-719, 2014.

- [38] A. Rochdi, J. Lemsellek, A. Bousarhal and R. Abdellatif, "Evaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques porte-greffes d'agrumes : *Citrus aurantium* et deux hybrides de *Poncirus trifoliata* (*Poncirus* x *Citrus sinensis* et *Poncirus* x *Mandarinier sunki*)," *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, vol. 9, no.1, pp. 65-73, 2005.
- [39] L. Hamrouni, F. Ben Abdallah, C. Abdelly and A. Ghorbel, "La culture *in vitro* : un moyen rapide et efficace pour sélectionner des génotypes de vigne tolérant la salinité," *Comptes Rendus Biologies*, vol. 331, no. 2, pp. 152-16, 2008.
- [40] K. Kara and L. Brinis, "Réponse Physiologique au Stress Hydrique de Variétés de Blé Tendre (*Triticum Aestivum* L.) Cultivées en Algérie," *European Journal of Scientific Research*, vol.81, no.4, pp.524-532, 2012.
- [41] A. Morant-Manceau, E. Pradier and Gérard Tremblin, "Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress," *Journal of Plant Physiology*, vol. 161, no. 1, pp. 25-33, 2004.
- [42] D. Cui, D. Wu, J. Liu, D. Li, C. Xu, S. Li, P. Li, H. Zhang, X. Liu, C. Jiang, L. Wang, T. Chen, H. Chen and L. Zhao, "Proteomic Analysis of Seedling Roots of Two Maize Inbred Lines That Differ Significantly in the Salt Stress Response," *Plos One*, vol.10,no.2,pp. 1-13,2015.
- [43] T.J. Flowers and A.R. Yeo, "Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties," *New Phytologist*, vol. 88, no. 2, pp. 363-373, 1981.
- [44] W. G. Hopkins, *Physiologie végétale*, Ed. De Boeck Supérieur, pp. 532-466, 2003.
- [45] E. Blumwald, "Sodium transport and salt tolerance in plants," *Current Opinion in Cell Biology*, vol. 12, no. 4, pp. 431-434, 2000.
- [46] M. Mehani, S. Bissati and O. Djeroudi, "Effet d'eau de mer sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants d'*Atriplex canescens* (Effect of seawater on two water parameters (turgescence and transpiration) of young plants of *Atriplex canescens*)," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol.3, no.5, pp. 840-845, 2012.
- [47] P. E. Verslues, M. A., S. Katiyar-Agarwal, J. Zhu and J. Zhu, "Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status," *The Plant Journal*, vol. 45, no. 4, pp. 523-539, 2006.
- [48] L. Urban and I. Urban, *La production sous serre, tome 2 : l'irrigation fertilisante en culture hors sol*, 2nd Ed. Lavoisier, pp.39, 2010.
- [49] P. Perdiguero, M. d. C. Barbero, M. T. Cervera, C. Collada and Á. Soto, "Molecular response to water stress in two contrasting Mediterranean pines (*Pinus pinaster* and *Pinus pinea*)," *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 67, pp. 199-208, 2013.
- [50] N. Iqbal, S. Umar and R. Nazar, "A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism," *Environmental and Experimental Botany*, vol. 100, pp. 34-42, 2014.
- [51] R. Munns and M. Tester, "Mechanisms of salinity tolerance," *Annual Review of Plant Biology*, Vol. 59, pp. 651-681, 2008.
- [52] T. Kim, M. Böhmer, H. Hu, N. Nishimura, and J.I. Schroeder, "Guard Cell Signal Transduction Network: Advances in Understanding Abscisic Acid, CO₂, and Ca²⁺ Signaling," *Annu Rev Plant Biol.*, Vol. 61, pp.561-591, 2010.
- [53] J. Zhang, W. Jia, J. Yang, A. M. Ismail, "Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses," *Field Crops Research*, vol. 97, no1, pp. 111-119, 2006.
- [54] N. Habib, M. Ashraf, Q. Ali, R. Perveen, "Response of salt stressed okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) plants to foliar-applied glycine betaine and glycine betaine containing sugarbeet extract," *South African Journal of Botany*, vol. 83, pp. 151-158, 2012.
- [55] A. N. Lepengue, I. Mouaragadja, B. Ibrahim, S. Ake and B. M'Batchi, "Réponse du maïs (*Zea mays* var. LG 60) au stress salin : étude de la synthèse de quelques composés biochimiques," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 14, no. 1, pp. 1866-1872, 2012.
- [56] S.L. Ho, Y.C. Chao, W.F. Tong, and S.M. Yu, "Sugar Coordinately and Differentially Regulates Growth- and Stress-Related Gene Expression via a Complex Signal Transduction Network and Multiple Control Mechanisms," *Plant Physiol.*, vol.125, no.2, pp. 877-890, 2001.
- [57] S.C. Clifford, S.K. Arndt, J.E. Corlett, S. Joshi, N. Sankhla, M. Popp and H.G. Jones, "The role of solute accumulation, osmotic adjustment and changes in cell wall elasticity in drought tolerance in *Ziziphus mauritiana* (Lamk.)," *Journal of Experimental Botany*, vol. 49, no. 323, pp. 967-977, 1998
- [58] Y. Bouatrous, "Water stress correlated with senescence in durum wheat (*Triticum durum* Desf)," *Advances in Environmental Biology*, vol. 7, no.7, pp.1306-1314, 2013.
- [59] J.M. Morgan, "Osmoregulation and water in higher plants," *Annu Rev Plant Physiol*, vol.35, pp.299-319, 1984.
- [60] R.S. Dubey and A.K. Singh, "Salinity induces accumulation of soluble sugars and alters the activity of sugar metabolising enzymes in rice plants," *Biologia Plantarum*, vol. 42, no 2, pp. 233-239, 1999.
- [61] T. Udomchalothorn, S. Maneeprasobsk, E. Bangyeekhun, P. Boon-Long, S. Chadchawan, "The role of the bifunctional enzyme, fructose-6-phosphate-2-kinase/fructose-2,6-bisphosphatase, in carbon partitioning during salt stress and salt tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.)," *Plant Science*, vol. 176, no. 3, pp. 334-341, 2009.

- [62] M.M. Chaves, J. Flexas and C. Pinheiro, "Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell," *Annals of Botany*, Vol. 103, no. 4, pp. 551-560, 2009.
- [63] M. Rosa, C. Prado, G. Podazza, R. Interdonato, J. A. González, M. Hilal and F. E. Prado, "Soluble sugars metabolism, sensing and abiotic stress," *Plant Signaling and Behavior*, vol. 4, no.5, pp. 388-393, 2009.
- [64] T. R'him, I. Tlili, I. Hnan, R. Ilahy, A. Benali and H. Jebari, "Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.)," *Journal of Applied Biosciences*, vol.66, pp.5060-5069, 2013.
- [65] A. Rohanipoor, M. Norouzi, A. Moezzi and P. Hassibi, "Effect of Silicon on Some Physiological Properties of Maize (*Zea mays*) under Salt Stress," *J. Biol. Environ. Sci.*, vol.7, no.20, pp.71-79, 2013.
- [66] P. Saha, P. Chatterjee and A.K. Biswas, "NaCl pretreatment alleviates salt stress by enhancement of antioxidant defense system and osmolyte accumulation in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek)," *Indian Journal of Experimental Biology*, vol. 48, no.6, pp. 593-600, 2010.
- [67] A. Baghzadeh, M.R. Salarizadeh, F. Abaasi, "Effects of Salicylic acid on some physiological and biochemical parameters of *Brassica napus* L.(Canola) under salt stress," *International Journal of Agri Science*, Vol.4, no.2, pp. 147-152, 2014.
- [68] T. Abbas, M. A. Pervez, C. M. Ayyub and R. Ahmad, "Assessment of Morphological, Antioxidant, Biochemical and Ionic Responses of Salt Tolerant and Salt Sensitive Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) under Saline Regime," *Pak. j. life soc. Sci.*, vol. 11, no.2, pp. 147-153, 2013.
- [69] A. Stobart, W.T.Griffiths, I. Ameen-Bukhari, and R.P. Sherwood, "The effect of Cd²⁺ on the biosynthesis of chlorophyll in leaves of barley," *Physiologia Plantarum*, vol. 63, no. 3, pp. 293-298, 1985.
- [70] C. V. Santos, "Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves," *Scientia Horticulturae*, vol. 103, no.1, pp. 93-99, 2004.
- [71] T. Nunakaew, D. Kantachote, H. Kanzaki, T. Nitoda and R. J. Ritchie, "Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA)-containing supernatants from selected *Rhodospirillum rubrum* strains on rice growth under NaCl stress, with mediating effects on chlorophyll, photosynthetic electron transport and antioxidative enzymes," *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 17, no. 1, pp. 19-26, 2014.
- [72] P. M. O'Neill, J.F. Shanahan and J. S. Schepers, "Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions," *Crop Science*, vol. 46, no. 2, pp. 681-687, 2006.
- [73] M. Ashraf and P.J.C. Harris, "Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants," *Plant Science*, vol. 166, no 1, pp. 3-16, 2004.
- [74] T. Youssef and M. Awad, "Mechanisms of enhancing photosynthetic gas exchange in date palm seedlings (*Phoenix dactylifera* L.) under salinity stress by a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer," *Journal of Plant Growth Regulation*, vol. 27, no. 1, pp. 1-9, 2008.
- [75] Djanaguiraman, M. and Vara Prasad, P.V., Effects of Salinity on Ion Transport, Water Relations and Oxidative Damage, in: P. Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, pp. 89-114, 2013.
- [76] M.J. Fryer, J.R. Andrews, K. Oxborough, D.A. Blowers and N.R. Baker, "Relationship between CO₂ assimilation, photosynthetic electron transport, and active O₂ metabolism in leaves of maize in the field during periods of low temperature," *Plant Physiology*, vol. 116, no. 2, pp. 571-580, 1998.
- [77] S. Ibn Maaouia-Houimli, M. Denden, B. Dridi-Mouhanned and S. Ben Mansour-gueddes, "Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) sous stress salin," *Tropicicultura*, vol. 29, no. 2, pp.75-81, 2011.
- [78] J.V. Pego, A.J. Kortstee, C. Huijser and S.C. Smeekens, "Photosynthesis, sugars and the regulation of gene expression," *Journal of Experimental Botany*, vol. 51, no. suppl 1, pp. 407-416, 2000.
- [79] Y.H. Li, Q.J. Wang and A. Ma, "The osmotic adjustment and photosynthesis of wheat cultivar Hanfeng9703 with high yield, drought resistance under drought stress," *Acta Agronomica Sin*, vol.29, no. 5, pp. 759-764, 2003.
- [80] A. Chorfi, "Contribution à l'étude de la résistance à la salinité chez une variété de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.) Var mohamed ben bachir," *Sciences & Technologie C*, no.29, pp. 41-44, 2009.
- [81] Y. Hong-Bing, "Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*)," *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, no.32, pp. 6661-6664, 2011.
- [82] H. Benhassaini, A. Fetati, A. K. Hocine and M. Belkhdja, "Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks," *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, vol. 16, no.2, pp.159-165, 2012.
- [83] E.A. Joseph, V.V. Radhakrishnan and K.V. Mohanan, "A Study on the Accumulation of Proline- An Osmoprotectant Amino Acid under Salt Stress in Some Native Rice Cultivars of North Kerala," *India Universal Journal of Agricultural Research*, vol. 3, no.1, pp. 15-22, 2015.

- [84] G. Székely, E. Ábrahám, Á. Cséplő, G. Rigó, L. Zsigmond, J. Csiszár, F. Ayaydin, N. Strizhov, J. Jásik, E. Schmelzer, C. Koncz, and L. Szabados, "Duplicated P5CS genes of Arabidopsis play distinct roles in stress regulation and developmental control of proline biosynthesis," *The Plant Journal*, vol. 53, no. 1, pp. 11-28, 2008.
- [85] N. Verbruggen, and C. Hermans, "Proline accumulation in plants: a review," *Amino Acids*, vol.35, no. 4, pp. 753-759, 2008.
- [86] L. Szabados and A. Savoure, "Proline: a multifunctional amino acid," *Trends in plant science*, vol. 15, no. 2, pp. 89-97, 2010.
- [87] R. Nana, Z Tamini and M. Sawadogo, "Effets d'un stress hydrique intervenu pendant le stade végétatif et la phase de floraison chez le gombo," *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol.3, no.5, pp. 1161-1170, 2009.
- [88] P.B. KaviKishor, S. Sangam, R.N. Amrutha, P. Sri Laxmi, K R. Naidu, K.R.S.S. Rao, S. Rao, K.J. Reddy, P. Theriappan and N. Sreenivasulu, "Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance," *Current Science*, vol. 88, no. 3, pp. 424-438, 2005.
- [89] E.H. Tahri, A. Belabed and K. Sadki, "Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*)," *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, no. 21, pp. 81-87, 1998.
- [90] P.S. Reddy and K.Veeranjaneyulu, "Proline metabolism in senescing leaves of horsgram (*Macrotyloma uniflorum* Lam.)," *Journal of Plant Physiology*, vol.137, no. 3, pp. 381-383, 1991.
- [91] A. Levigneron, F. Lopez, G. Vansuyt, P. Berthomieu, P. Fourcroy and F. Casse-Delbart, "Les plantes face au stress salin," *Cahiers Agricultures*, vol. 4, no. 4, pp. 263-273, 1995.

Comparison of Carbon Monoxide Content of various Local, Imported and International Brands of Cigarettes and Cigar Available in Pakistan

Saad Saeed, Sadiq Hussain, Sana Sajjad, Hassan Javed, Omar Shahkar, and Umair Ahmad

Chemical Department, NFC Institute of Engineering and Technology,
Multan, Punjab, Pakistan

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

ABSTRACT: This work investigates carbon monoxide content of smoke emitted by various local and imported cigarette brands sold in Pakistani markets. Flue gas analyzer IMR 2800-p was used to analyze the smoke by using the bottle method. Nox, Sox and lower explosion limits of smoke was also obtained. The results showed clear distinction between local and imported brands as far as CO content was concerned. Almost all of the local brands exceeded the allowable limit of 20 ppm by a large margin. Cigar was also analyzed and its CO content also exceeded the allowable limit. There is a dire need to investigate these local brands by highly efficient and precise instruments to protect the masses from their harmful effects. Because Pakistan is a poor country, consumers of local brands far outnumber those of imported brands. Cigarette smoking is in itself very harmful but smoking these local brands which don't comply with International Organization for Standardization (ISO) standards for tobacco and tobacco products and regulations can only hasten the journey towards disaster.

KEYWORDS: Cigarette, Carbon monoxide, carboxyhemoglobin, cigar, Pakistan.

1 INTRODUCTION

Modern cigarettes contain tobacco blend, paper, PVA glue to bond the outer layer of paper together, and a cellulose acetate based filter [1]. Tobacco blend gets the most attention as the assembly of cigarettes is not very complicated. The addictive nature of cigarettes is due to the presence of reconstituted tobacco. Stabilization of mouthpiece and moderation of burning of the cigarettes is achieved by Laser drilled air holes [2]. Cigarette smoke contains over 4,700 chemical compounds of which about 60 are carcinogenic. Inhalation of carbon monoxide is the major route of exposure. The major sources of carbon monoxide production are vehicle emissions, cigarette smoke, gas cookers, fires and boilers, paraffin heaters, solid fuel heaters, wood and coal [3]. Exposure to carbon monoxide increases due to incomplete combustion of fuel. Carbon monoxide concentrations in urban traffic have been monitored and recorded [1, 6]. Carbon monoxide concentrations can reach up to 182 mg m⁻³ (160 ppm) in some homes for prolonged periods. General public rarely comes across such high exposure [4]. Outdoor emissions of carbon monoxide declined by 33 % in the nineties, while emissions from transport declined by 40 % between 1995 and 2005 [5]. In the UK, the Expert Panel on Air Quality Standards (EPAQS) recommended an air quality standard of 10 ppm (8-hour time-weighted average (TWA) [6]. Regular smokers are not affected by normal environmental concentrations of carbon monoxide because their blood levels of carboxyhemoglobin are already higher than would be reached by breathing polluted air [6].

1.1 FORMATION OF CARBOXYHEMOGLOBIN (COHb)

After entering the body through breathing, carbon monoxide binds with the heme component of red blood cells and forms a compound called carboxyhemoglobin (COHb). This affects the capacity of the red blood cells to carry oxygen to the tissues. The tissue of the heart, the brain and the exercising skeletal system have the highest Oxygen demand. Continuous exposure to carbon monoxide increases carboxyhemoglobin concentration until it reaches equilibrium. The increase in carboxyhemoglobin concentration is directly related to persons breathing rate.

1.2 EFFECTS OF EXPOSURE TO CARBON MONOXIDE

Exposure to carbon monoxide initially causes headache, fatigue, dizziness, drowsiness, nausea or tightness in the chest. Prolonged exposure can cause confusion, muscle weakness and collapse. Available evidence suggests that individuals with heart disease, chronic obstructive lung disease, pregnant women, fetuses, and young children represent the population at a greater risk of exposure to carbon monoxide.

2 CIGAR

Although cigarette smoking has been slowly declining, total consumption of cigars has increased dramatically since 1993 [7]. Between 2000 and 2012, cigarette consumption reduced by 34.1 percent while cigar consumption increased by 124 percent [8]. Cigars are addictive as well as harmful.

2.1 HEALTH HARMS TO USERS FROM CIGAR SMOKING

Cigar smoking is both addictive and harmful. Cigar smoke contains toxic and carcinogenic chemicals that are harmful to both smokers and nonsmokers. Cigars produce more second hand smoke than cigarettes and can contain higher levels of some toxins than cigarettes [9]. Studies have shown that cigar smoke, contrary to popular belief, is inhaled [10]. Cigar smoking is picking up pace and is a modern trend as shown by a recent survey of college students [11]. According to the National Cancer Institute's Monograph No. 9, smoking cigar causes dire health consequences [12].

2.2 HARMS FROM SECONDHAND CIGAR SMOKE

Most cigars are larger than cigarettes and therefore, cigar smoke contains substantially higher levels of carbon monoxide and other toxins than cigarette smoke. Second hand cigar smoke is also less filtered than second hand cigarette smoke [13].

3 EXPERIMENTAL

12 different brands of cigarettes (local, imported, international) along with cigar were purchased from the market.

3.1 EQUIPMENT: FLUE GAS ANALYSER

Flue Gas Analyzer used to perform the analysis was IMR 2800 combustion gas analyzer available in the Coal/Energy Research Center in NFC Institute of Engineering and Technology.

3.2 METHOD

BOTTLE METHOD

A plastic bottle was cleaned thoroughly with ethanol and then dried and heated in an inert atmosphere to completely remove all the ethanol as well as any trace of moisture. After that, a hole was made at the center of bottle top and another one at the side of the bottle. Hole was large enough to allow a cigarette to pass through. Then the bottle was half filled with tap water. A cigarette was lighted and put in the hole at the bottle top. Smoke was sucked in by the water which was allowed to leave through the opening at the side. After all the water was drained, smoke inside the bottle was puffed out and analyzed with the help of Flue Gas Analyzer. After experiment, bottle was again washed and thoroughly cleaned with the same procedure mentioned above to make sure of the repeatability and reproducibility of the results.

Basic Cigarette Facts		
Cigarette Length	100 mm	
Cigarette Diameter	8 mm	
Length of Filter Plus Plugwrap	20 mm	
Total Cigarette Weight	1.20 gm	
Tobacco Weight	0.80 gm	
Type of Filter	Cellulose Acetate	
Design of Filter	Perforated	
U.S.-Grown Tobacco	55%	
Cigarettes Per Pack	20	
Delivery Per Cigarette	Low	High
Nicotine	1.0 mg	1.5 mg
Carbon Monoxide	14 mg	20 mg
Carcinogenic PAHs	0.1 µg	0.2 µg
Tobacco-Specific Nitrosamines	0.3 µg	2.0 µg
Hydrogen Cyanide	0.4 mg	0.6 mg
Acrolein	60 µg	140 µg
Formaldehyde	20 µg	100 µg
Nitrogen Oxides	0.1 mg	0.4 mg
Catechols	200 µg	400 µg
Phenols	45 µg	60 µg
Nickel	0.1 µg	0.2 µg
Total Particulates Less Nicotine	6 mg	16 mg
Redox Potential of Smoke	160 mV	240 mV
pH of Whole Smoke	5.8	6.0

Figure 1 New Cigarette Label Factsheet

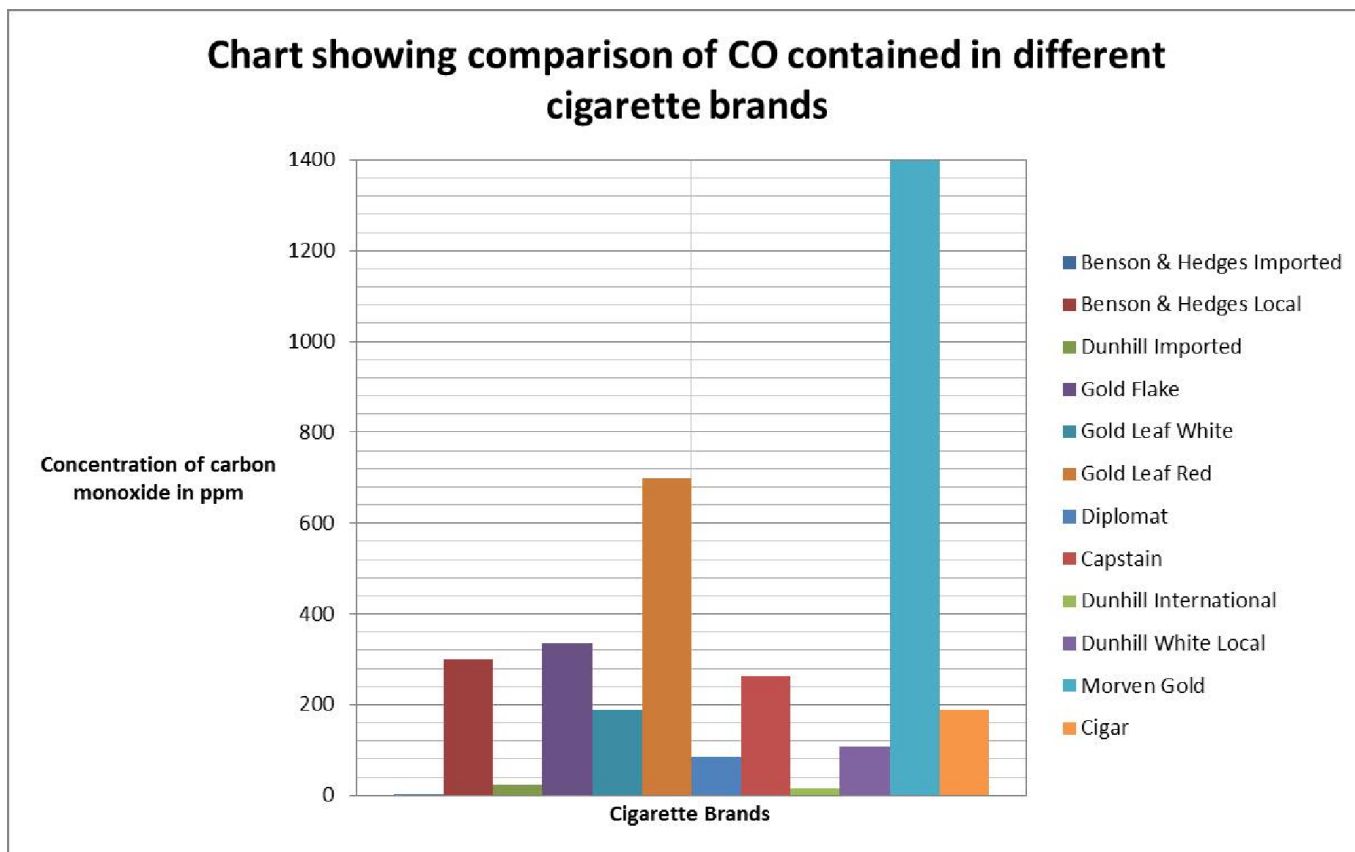


Figure 2 Chart showing comparison of CO found in various cigarette brands in Pakistan

Components	Benson & Hedges Imported	Benson & Hedges Local	Dunhill Imported	Gold Flake	Gold Leaf White	Gold Leaf Red
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CO	4	300	23	336	189	699
NO	0	3	0	3	0	4
NO2	0	0	0	0	0	0
Nox	0	3	0	3	0	4
SO2	0	0	0	0	0	0
Unit	%age	%age	%age	%age	%age	%age
LEL	1.6	4.5	4.7	4.2	0	3.6
CO2	0.2	0.7	0.4	0.1	0	0.4
O2	20.6	19.7	20.2	20.7	20.9	20.3

Figure 3 DATA obtained from FLUE GAS ANALYZER

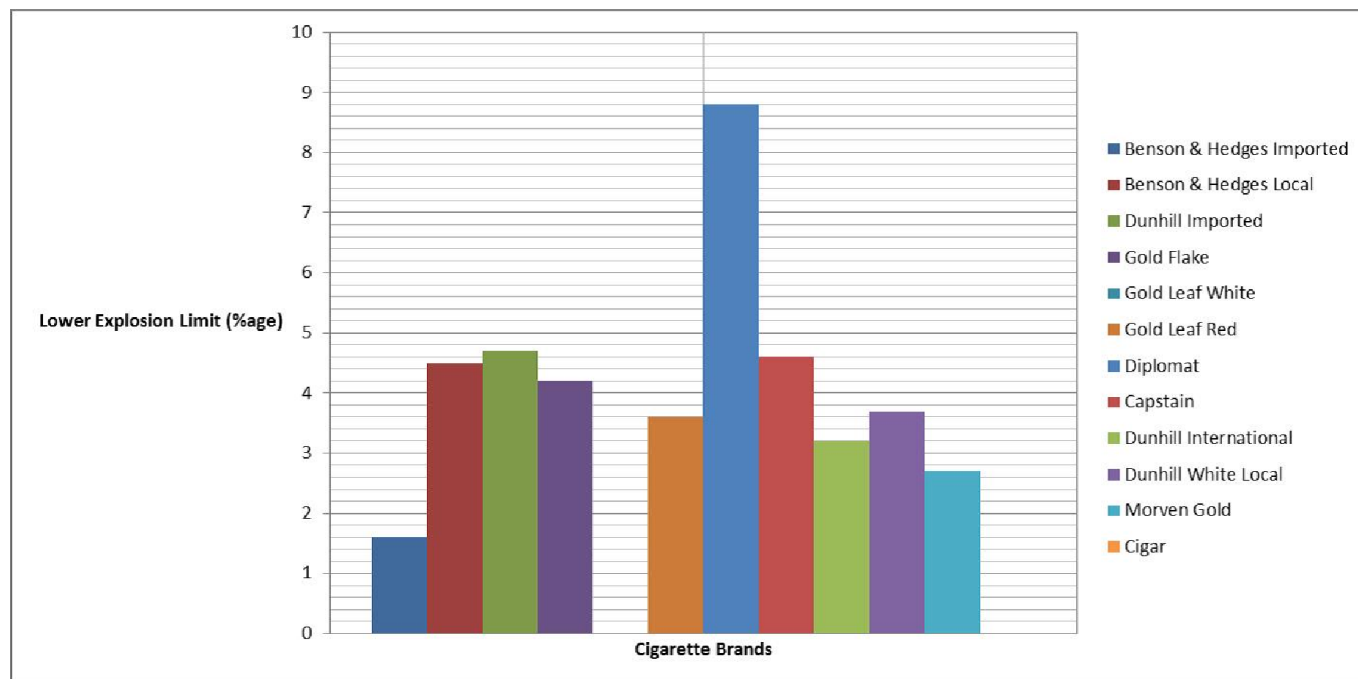


Figure 4 Chart showing comparison of LEL of various cigarette brands in Pakistan

Components	Diplomat	Capstain	Dunhill International	Dunhill White Local	Morven Gold	Cigar
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CO	84	263	16	107	1398	188
NO	0	5	0	0	9	0
NO2	0	0	0	0	0	0
Nox	0	5	0	0	9	0
SO2	0	0	0	0	0	0
Unit	%age	%age	%age	%age	%age	%age
LEL	8.8	4.6	3.2	3.7	2.7	0
CO2	1.1	0.6	0.3	0.5	1.5	0
O2	19	19.9	20.5	20	18.4	20.9

Figure 5 DATA obtained from FLUE GAS ANALYZER

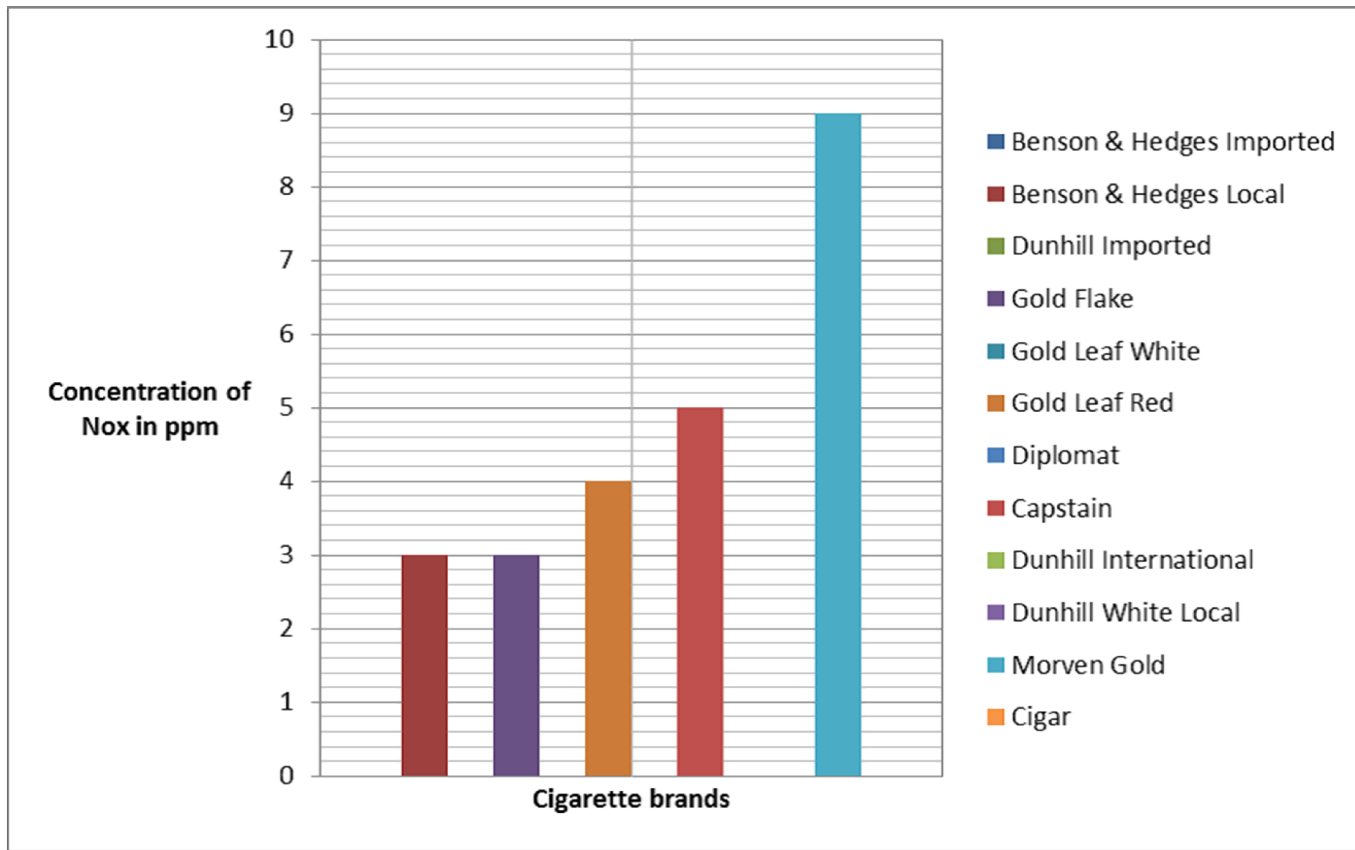


Figure 6 Concentration of NOx emitted by various cigarette brands obtained from Flue Gas Analyser

4 RESULTS & DISCUSSIONS

Figs 3 and 5 show the complete data obtained from Flue Gas Analyzer IMR 2800-p. Let’s analyze these results focusing on CO, LEL limits as well as nitric oxide concentrations found in brands analyzed.

4.1 LOWER EXPLOSION LIMIT AND UPPER EXPLOSION LIMIT

Lower Explosive Limit (LEL) for a gas can be defined as the lowest amount necessary to support its combustion in the air. Upper Explosive Limit (UEL) for a gas can be defined as the maximum amount necessary to support its combustion in the air. Flammable range for a gas or a vapor lies between LEL and UEL. A higher value of lower explosion limit is desired as it will mean the cigarette will have a less chance of explosion. Fig 4 shows the Lower Explosion Limit of various cigarette brands. Highest value was observed for Diplomat i.e. 8.8% . Lowest value was observed for Benson and Hedges imported i.e. 1.6% . Equipment was not able to obtain the LEL value of Gold Leaf and Cigar accurately.

4.2 CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE

Fig 2 shows the column chart comparing carbon monoxide concentration in smoke samples obtained from various cigarette brands as well as cigar. It is obvious to see that the three imported brands namely Benson Hedges imported, Dunhill international and Dunhill imported have a low CO content, 4, 23, 16 respectively. Fig 1 shows the acceptable CO content of cigarette smoke as permitted by Food and Drug Administration of U.S.A. The extraordinary high content of CO in nearly all the local brands sold in market is a cause of real concern. The CO content of Morven Gold brand was a whopping 1398 ppm or 2515mg/m3 which is higher than the CO emitted by some 2-stroke and 4-stroke engines of auto vehicles running in Pakistan as reported by a recent study. There was also a huge difference between CO content of local and imported brands of the same company. Cigar also showed a high content of carbon monoxide, i.e. 188 ppm.

4.3 CONCENTRATION OF NO_x

Fig 6 shows the column chart comparing NO_x concentration in smoke samples obtained from various cigarette brands as well as cigar. Total NO_x concentration is due to nitric oxide as nitrogen dioxide was found to be 0 ppm in all the brands analyzed. Only five of the brands investigated showed some value of nitric oxide while others showed a value of 0 ppm. The highest NO_x content was 9 ppm, found in Morven Gold.

5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

We can safely conclude that the local brands of cigarettes available in the market are prepared without keeping in view the International Organization for Standardization (ISO) standards for tobacco and tobacco products placed on them. There is a dire need to investigate these local brands by highly efficient and precise instruments to protect the masses from their harmful effects. Cigarette smoking is in itself very harmful but smoking these local brands which don't comply with the international standards and regulations can only hasten the journey towards disaster. Our research also nullified the perception that cigars are comparatively safer than cigarettes. There is a need to further analyze these local and imported brands for the presence of nicotine, tar, poly aromatic hydrocarbons and other toxic as well as carcinogenic components by new, modern and sophisticated equipment. If they are found to contain high levels of these components exceeding the allowable limits, then strict action should be taken by the concerned authorities against these companies to protect the society from destruction.

REFERENCES

- [1] CLEAN VIRGINIA WATERWAYS, CIGARETTE BUTT LITTER - CIGARETTE FILTERS, LONGWOOD UNIVERSITY.
- [2] "COMPOSITE LIST OF INGREDIENTS IN NON-TOBACCO MATERIALS".
- [3] CHIEF MEDICAL OFFICER (2002). CARBON MONOXIDE: THE FORGOTTEN KILLER.
- [4] INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND HEALTH (IEH) (1998). IEH ASSESSMENT ON INDOOR AIR. QUALITY IN THE HOME (2): CARBON MONOXIDE. MEDICAL RESEARCH COUNCIL.
- [5] DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD & RURAL AFFAIRS (DEFRA) (2001). AIR QUALITY STRATEGY: PARTICLES, BENZENE, CARBON MONOXIDE AND POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS.
- [6] DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT TRANSPORT AND THE REGIONS (1998). CARBON MONOXIDE.
- [7] NATIONAL CANCER INSTITUTE (NCI), CIGARS: HEALTH EFFECTS AND TRENDS. SMOKING AND TOBACCO CONTROL MONOGRAPH NO. 9, 1998. ECONOMIC RESEARCH SERVICE, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). U.S. ALCOHOL AND TOBACCO TAX AND TRADE BUREAU (TTB), TOBACCO STATISTICS.
- [8] TTB, TOBACCO STATISTICS.
- [9] NATIONAL CANCER INSTITUTE (NCI), CIGARS: HEALTH EFFECTS AND TRENDS, SMOKING AND TOBACCO CONTROL MONOGRAPH NO. 9, 1998.
- [10] SEE, E.G., RODRIGUEZ, J, ET AL., "THE ASSOCIATION OF PIPE AND CIGAR USE WITH COTININE LEVELS, LUNG FUNCTION, AND AIRFLOW OBSTRUCTION: A CROSS-SECTIONAL STUDY," ANNALS OF INTERNAL MEDICINE 152:201-210, 2010; MCDONALD, LJ, ET AL, "DEPOSITION OF CIGAR SMOKE PARTICLES IN THE LUNG: EVALUATION WITH VENTILATION SCAN USING 99MTC-LABELED SULFUR COLLOID PARTICLES," JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE 43:1591-1595, 2002.
- [11] JOLLY, DH, "EXPLORING THE USE OF LITTLE CIGARS BY STUDENTS AT A HISTORICALLY BLACK UNIVERSITY," PREVENTING CHRONIC DISEASE 5(3):1-9, JULY 2008.
- [12] NCI, CIGARS: HEALTH EFFECTS AND TRENDS, 1998. SEE ALSO, BAKER, F, ET AL., "HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH CIGAR SMOKING," JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION 284(6):735-740, 2000.
- [13] NCI, CIGARS: HEALTH EFFECTS AND TRENDS, 1998 AT CHAPTERS 3 AND 5. RODRIGUEZ, J, ET AL., ANNALS OF INTERNAL MEDICINE 152:201-210, 2010.

Using physicochemicals variables and benthic macroinvertebrates for ecosystem health assessment of inland rivers of Togo

Tampo Lallébila¹⁻², Oueda Adama², Nuto Yaovi³, Kaboré Idrissa²⁻⁴, Bawa Liman Moctar¹, Djaneye-Boundjou Gbandi¹, and Guenda Wendengoudi²

¹Laboratory of Waters Chemistry, Sciences Faculty, University of Lomé, BP1515, Togo

²Laboratory of Animal Biology and Ecology/Hydrobiology, UFR/SVT University of Ouagadougou, Burkina Faso

³Laboratory of applied entomology, Sciences Faculty, Université de Lomé, Togo

⁴BOKU University of Natural Resources and Life Sciences,
Department of Water, Atmosphere and Environment,
Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management,
Vienna, Austria

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: Zio River catchment drains many cities that it receives waste, domestic and industrial effluents and its waters used to supply drinking water from downstream to upstream. Some schools use it in school canteens without treatment. Meanwhile, no study on tools of water resources management is done in this basin and whole of Togo. To fill this gap, the environmental variables and benthic macroinvertebrates assemblages were investigated to assess ecological integrity of the Zio River and its tributaries that varied in disturbance from upstream to downstream. Macroinvertebrates were sampled during four campaigns from 42 sites selected to correspond with different human activities in the catchment. The AFNOR methods were used for physicochemical analysis. Multivariate analyses (PCA) were applied to characterize sites typology and FCA for similarity between sites or taxa. The result showed that physicochemical variables of downstream sites, with the lower level of dissolved oxygen (0.6mgO₂/L) and high contents of ion NH₄ (5.6mg/L), KMn (30.7mgO₂/L) and high Conductivity (10670μS/Cm) differ strongly from upstream sites. Downstream sites were characterized by presence of tolerant taxa such as Syrphidae and Hirudinae (Leeches), while Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera dominated in upstream sites. Our result also revealed a significant correlation between biological indexes (EPT, Marg, RTFm) and some environmental variables such ion NH₄, dissolved oxygen and ion Cl. Based on the results obtained, we recommend the use of both physicochemical variables and benthic macroinvertebrates to assess ecological status of rivers in Togo.

KEYWORDS: Zio River, Togo, physicochemical quality, biological index, macroinvertebrates, sensitivity.

1 INTRODUCTION

Water is a natural resource essential for human and life of any ecosystem. Maintaining water quality is a major concern for a society which must supply for increasingly important water needs [1]. Although we turn to groundwater for drinking water, surface water remains a very important resource for sustainable development. Rivers contribute to development by providing resources like food or energy (hydropower). These wetlands are often subject to a wide range of socio-economic activities such as agriculture, breeding, fisheries, aquaculture, mining (sand and gravel) and tourism [2], [3]. Despite the benefits and the services that they provide to humans, rivers are subject to strong negative impacts. Thus, water systems around the world are more or less modified by human activities [4]. In many parts of sub-Saharan Africa, wetlands are under high pressure due to land use and climate change although they are recognized as vital resources for food security and rural

livelihoods [5]. The main gap to a good and sustainable management lies in to the lack of management tools. In many areas in the world invertebrates are used to characterize hydro-systems. In Togo and to larger extent in the whole of Africa, the use of benthic macroinvertebrate for assessment and monitoring of rivers or lakes is embryonic. The leading country in Africa, about benthic macro invertebrates use are South Africa, Ethiopia and Kenya [6], [7], [5], [8]. The Zio River is the only one perennial river feed Lake Togo in the south of Togo. It contributes greatly to irrigation. Its basin drains many cities, from which it receives waste, domestic and industrial effluents. Effect of those impacts on aquatic organisms need to be clarified. Despite these strong anthropogenic pressures, the water from Zio River is used for drinking water. Some schools use it in school canteens without treatment. Management of those ecosystems and risks related to human impact justify this study. Then, the main objective of this paper is to give bases for ecological assess of the Zio River. Specifically our aim is to analyze distribution and abundance of macroinvertebrate fauna of the Zio River in relation to the water quality. This will be the first steps to develop a multimetric index for Zio River assessment based on macroinvertebrates.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA PRESENTATION

Zio River catchment drains a tapered area of about 3400 km². The catchment is oriented NNW-SSE and located between latitude 6°5' and 7°18'N and longitude 0°15' and 1°40'E (Figure 1). Zio River receives water from many tributaries from the abundantly watered Togo Mountains. At upstream, human activities in the basin is agriculture. After Alokoegebe dams (downstream) (figure 1), Zio River develops a wide flooding plain. The human activities are growing and diversifying from upstream to downstream. The main impact come from cities like the capital Lomé crossed by the river.

2.2 INVERTEBRATES SAMPLING

In the Rivers, 42 stations were selected from downstream to upstream according to three criteria: (1) sites accessibility, (2) distribution throughout the river catchment, and (3) the location about potential pollution sources. Four sampling campaigns were conducted according to the river hydrology. The first campaign was conducted from December 2012 to January 2013), this period corresponds to transition between high water flow and low water flow (dry season). The second campaign was conducted from March to April 2013, corresponding at low water flow (dry season) and third campaign in July 2013, corresponding to transition between low water flow and high water flow (Rainy Season). The last campaign was conducted from September to October 2013 and corresponds to high water flow (Rainy Season). Thus, each station was visited 4 times from December 2012 to October 2013. Macroinvertebrates were sampled according to AFNOR methods (NFT90-350) and taxa identification was done by using identification keys at Laboratory of Animal biology and Ecology of the University of Ouagadougou (Burkina Faso).

2.3 PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS METHODS

In the field, parameters such as, pH, electrical conductivity (cond), temperature and dissolved oxygen (O₂) was measured using HANNA portable multiparameters. Accuracy is ± 0.1 for pH, ± 0.5 mgO₂/L for O₂, and ± 1% for conductivity. For the other parameters, 1.5 L of water was sampled in a plastic bottle for further analysis in the laboratory. Major and minor ions was determined by volumetric analysis for HCO₃⁻ (± 3mg/L) and Cl⁻ (± 0.5 mg/L), and by molecular absorption spectrophotometry for NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, Mn²⁺. All these parameters were measured in the Laboratory of water chemistry of the University of Lomé (Togo), with an accuracy ranking from 1 to 2%.

Table 1: Physicochemical analysis methods and equipments [9]

Parameters	Methods	Equipements
pH	Electrometric (NFT90-017)	pHmeter WTW
Suspended materials	Gravimetric (NFT 90-105)	Pressure pump
Dissolved Oxygen	Oximetry/volumetric (NF25813/ ISO5813)	Oximeter WTW
Color	Platinum-Cobalt (NFT90)	-
Transparency (Tran)	Secchi Method	Secchi disc
Conductivity (Cond)	Conductimetric (NFT90-111)	Conductimeter WTW
Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Complexometry (NFT90-003)	-
HCO ₃ ⁻	Volumetric (ISO 9963-I)	-
Oxidability to KMnO ₄	Acid and hot middle (Guerrée test)	-
Cl ⁻	Volumetric (NFT90-014)	-
Na ⁺ , K ⁺	Spectrophotometry (NFT90-09, NFT90-020)	Spectrophotometer by flame
NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , Fe	(NFT90-015, NFT90-012, NFT90-013, NFT90-017,	Molecular spectrophotometer
SO ₄ ²⁺ et Mn ²⁺ , PO ₄ ³⁻	NFT90-009, NFT90-024, NFT90-023)	(Digitron Elvi)

2.4 DATA ANALYSIS

Descriptive statistics were performed with Statistica 7.0 software to describe trends in the evolution and distribution of data. Principal components analysis (PCA) was used to assess sites typology or similarity according to physicochemical parameters [10], [11], [12]. Factorial Correspondence Analysis (FCA) was used to highlight affinity between taxa (at family level) and sites. PCA and FCA were performed with Xlstat software. A RDA was used to show correlation between taxa and physicochemical variables, it was done by using CANOCO for windows 4.0. Boxplot was used to show habitat used by each taxa compared to the available habitat for each measured parameter. These boxplot were performed under R software using R Studio interface.

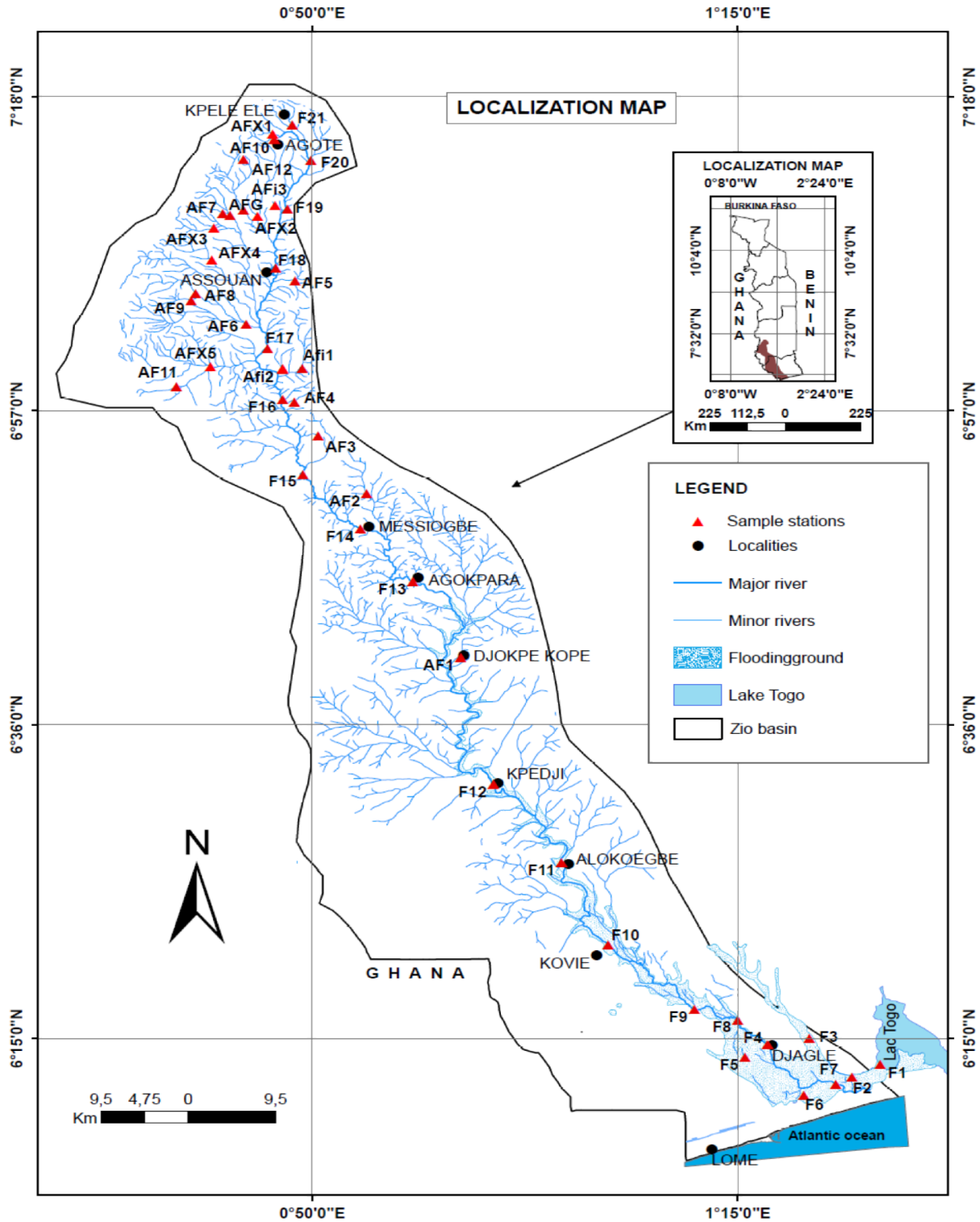


Figure 1: sites and study area situation map

3 RESULTS

3.1 PHYSICOCHEMICAL OR ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

Table 3 shows mean values of physicochemical variables according to sites; a descriptive summary of these variables is given in the last row of the table. pH varied from 6.26 to 7.91, indicating that the water from Zio River is almost neutral. Conductivity values ranged from 25.3 to 10670 μ S/cm. The sites F1 and F2, near Lake Togo and Atlantic Ocean (fig.1) show the highest conductivity values, suggesting intrusion of sea water during lower water flow and/or pollution. Na⁺, K⁺, Cl⁻ exhibited a similar distribution to conductivity. They show a significant correlation with conductivity (fig.2 and table 7). Dissolved Oxygen indicates oversaturated water with values superior to 7 mgO₂/L in about 75% of sites. NO₃⁻ contents like other measured nutrients are relatively low, with values 5 to 20 times smaller than WHO threshold value (50 mg/L). Meanwhile NH₄⁺ ion show higher values in some downstream sites with maximum value 2 to 3 times higher than WHO threshold value (1.5mg/L) for site F6. Ion HCO₃⁻ is a dominant anion in whole Zio river water except for sites F1 and F2. Total Iron contents are usually higher than those of Mn²⁺ (2.5 mg/L as maximum value) with a maximum value of 2.3 mg/L during transition from high water to low water and maximum values between 5 and 8 mg/L for the other sampling periods.

3.2 SITES TYPOLOGY ACCORDING TO PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS

Results of the PCA performed on the matrix of physicochemical parameters are showed in figures 2 and 3. The first axis (A1) explains 41.01% and 37.33% of the variance respectively for the dry season and rainy season samples. In both seasons O₂, Tran, KMn, NH₄⁺, MES and Color are the most contributing variables, significantly correlated (± 0.6 to ± 0.94) to the first axis. The main contributors for the second axis are Conductivity, Cl⁻, Na⁺ and K⁺. Distribution pattern of variables in the PCA (fig.2A and fig.2B) allow distinguishing three groups of variables: group1, characterized by anthropogenic pollution descriptors (NH₄, MES, Color, KMn, PO₄, NO₃, SO₄), group 2, characterized by O₂ and Tran and the group 3 characterized by major ions, indicators of mineralization (Cl, Na, Ca, Mg, HCO₃ and Conductivity). Group 1 and 3 are opposed to group 2 following A1. Then, axis A1 can be seen as "the gradient of anthropogenic impacts". Projection of sites shows also that sites can be divided into three groups: the upstream sites (N1), the downstream and/or impacted sites (N2) and the other sites (N3) which seem to be influenced by geology. The axis A2 corresponds to salinization and sites F1, F2 and F3 are most affected by this salinization process. These sites are located in the extreme southeast of the catchment near to Lake Togo (Figure 1).

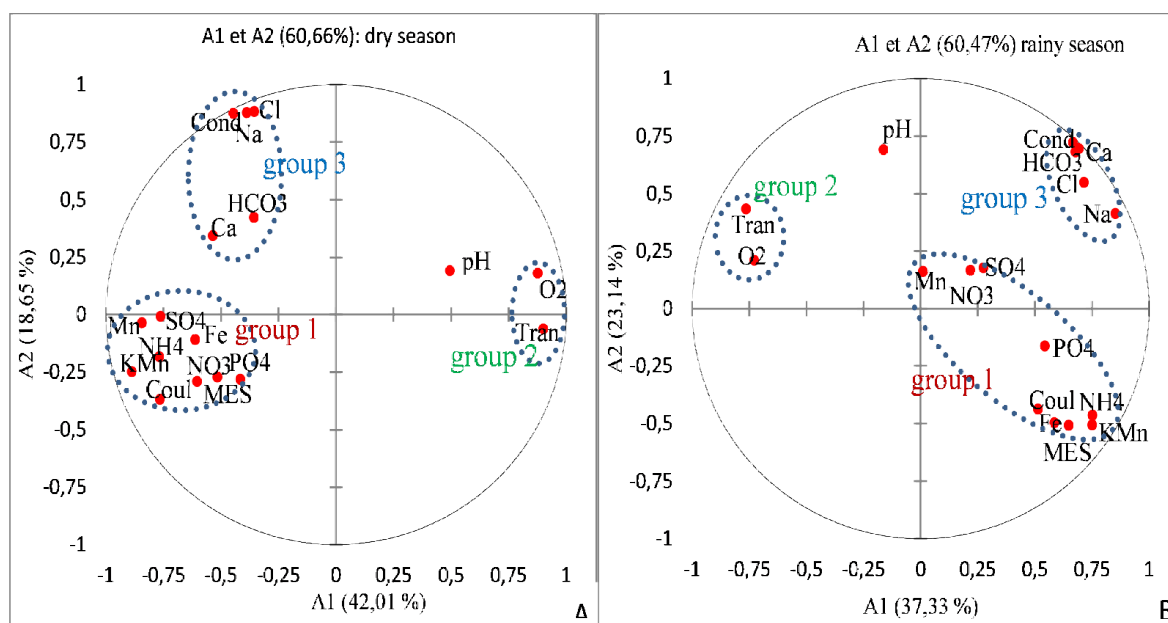


Figure 2: Principal Components Analysis of physicochemical variables for the dry season (A) and the rainy season (B)

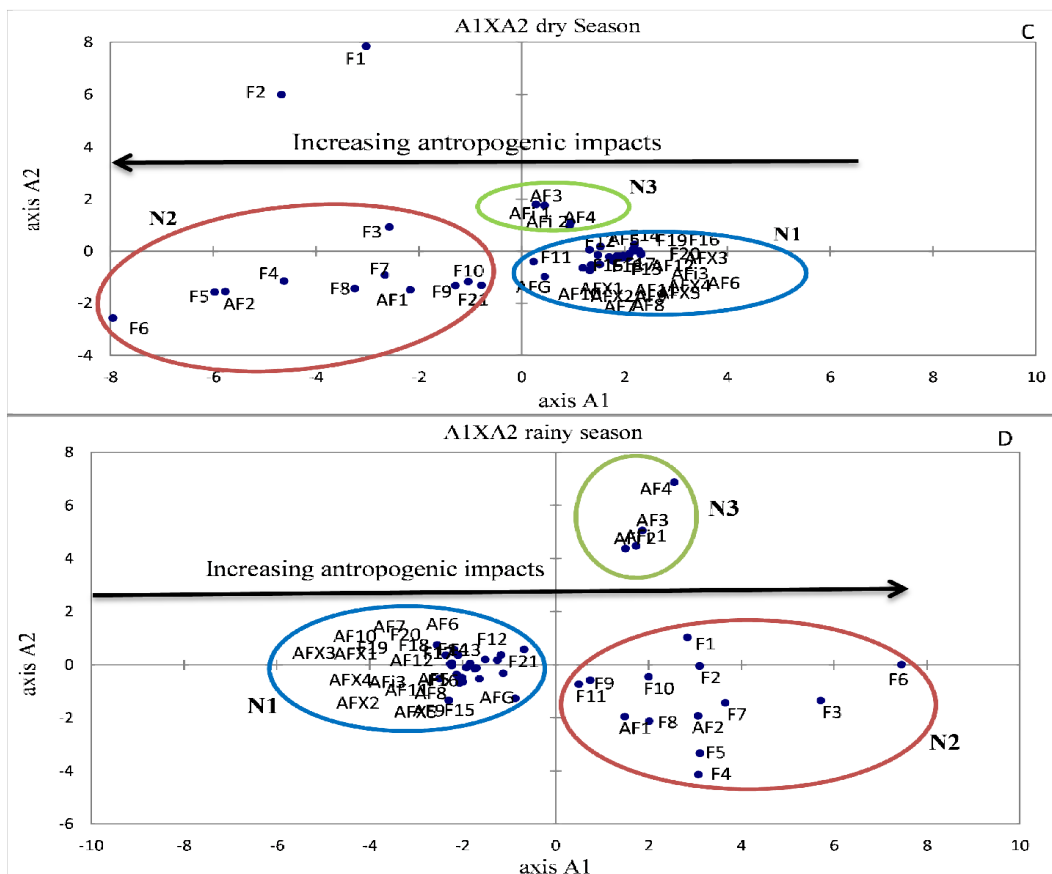


Figure 3: Scatter plot showing sites distribution from the PCA

Table 2: Correlation of measured variables with Axis A1 and A2 for dry and rainy season

	dry season		rainy season	
	A1	A2	A1	A2
pH	0,495	0,191	-0,163	0,692
Cond	-0,446	0,874	0,668	0,723
O2	0,878	0,181	-0,728	0,21
Tran	0,901	-0,063	-0,764	0,434
MES	-0,603	-0,292	0,649	-0,507
Coul	-0,765	-0,37	0,515	-0,438
KMn	-0,887	-0,25	0,751	-0,506
HCO3	-0,357	0,423	0,692	0,695
Ca	-0,535	0,344	0,678	0,682
NO3	-0,516	-0,273	0,219	0,167
NH4	-0,767	-0,184	0,753	-0,463
PO4	-0,415	-0,283	0,544	-0,163
SO4	-0,761	-0,008	0,011	0,163
Cl	-0,356	0,882	0,586	-0,497
Na	-0,388	0,878	0,276	0,177
Mn	-0,842	-0,036	0,717	0,549
Fe	-0,612	-0,109	0,853	0,414
Eigen value	7,142	3,17	6,346	3,933
% of total Variance	42,009	18,648	37,33	23,138
cumulative %	42,009	60,657	37,33	60,468

Table 3: Mean values of physicochemical variables according to sites

Cond: conductivity ($\mu\text{S}/\text{Cm}$); O2: Dissolved Oxygen (mgO_2/L), Tran: Transparency (%), MES: Suspended materials (mg/L), Cou: color (mgPt/L), KMn: Oxydability to KMnO_4 (mgO_2/L) all ions contents in mg/L , Aver: mean; Min: Minimum; max: Maximum; Medi: Median; 25cen: 25percentile; 75cen: 75percentile.

Sites	T°C	pH	Cond	O2	Tran	MES	Coul	KMn	HCO3	Ca	Mg	NO2	NO3	NH4	PO4	Mn	Fe	SO4	Cl	Na	K
F1	26,58	7,10	2936,25	6,28	22,50	158,25	13,75	6,55	190,63	21,50	8,94	0,03	1,85	0,10	0,03	0,16	1,62	3,71	735,75	507,18	21,25
F2	26,95	6,71	2479,25	4,85	21,75	145,50	15	11,50	169,88	22,10	8,64	0,05	1,61	0,54	0,03	0,61	1,72	4,53	555,48	436,88	17,30
F3	26,93	6,66	700,20	3,70	21,50	200	42,50	13,20	235,31	27,50	12,84	0,04	1,22	0,61	0,06	0,04	3,31	2,44	152,11	140,45	12,30
F4	27,25	6,48	223,75	3,98	32,50	209	48,75	11,38	103,50	13,80	5,88	0,09	0,90	0,54	0,06	0,68	5,02	5,98	21,05	20,38	3,75
F5	27,10	6,70	360,40	2,23	25,01	224	56,25	23,18	121,48	17,50	6,60	0,18	1,25	0,88	0,04	0,51	1,95	6,88	21,78	28,38	5,78
F6	27,30	6,54	541,25	1,83	21,25	156,50	53,75	26	246,28	38,40	17,46	0,26	2,23	2,22	0,15	0,69	1,82	8,66	37,79	55,35	9,90
F7	27,55	6,64	329,50	3,85	41,25	151,50	18,75	16,95	140,48	14,80	8,24	0,07	1,55	0,53	0,07	0,13	2,85	5,90	15,75	36,25	3,43
F8	27,78	6,99	190,90	6,35	29,01	226	66,25	13,28	93,75	12,50	8	0,03	1,38	0,22	0,03	0,63	1,69	4,27	17,56	15,38	3,58
F9	27,05	7,01	148,15	6,90	48,75	125	20	9,40	85,05	9,60	8,64	0,03	1,01	0,10	0,13	0,04	1,52	4,60	13,78	15	4,30
F10	27,01	7,14	154,70	7,83	30,01	99	21,25	10,15	104,63	9,40	7,68	0,04	3	0,09	0,14	0,03	1,13	5,30	16,62	30,25	3,83
F11	27,30	7,30	101,38	8,70	56,25	77,25	12,50	9,35	84,75	8	5,52	0,04	2,01	0,15	0,09	0,02	1,59	6,14	9,63	20,10	5,15
F12	27,35	7,34	103,60	9,05	68,75	53,25	11,25	5,13	83,03	9,80	5,58	0,03	3	0,03	0,06	0,04	1,06	3,25	7,05	13,13	3,65
F13	27,45	7,26	101,08	10,90	77,50	79,50	15	3,70	71,33	10,40	4,56	0,03	1,21	0,04	0,03	0,03	0,99	5,57	6,03	7,93	2,05
F14	27,50	7,58	85,08	10,15	87,50	89,50	12,50	3,40	69,48	6,50	8,64	0,04	1,01	0,04	0,03	0,03	1,04	4,54	5,13	6,35	2,33
F15	25,48	7,24	87,18	8,93	82,50	119	16,25	4,75	59,48	7,80	3,96	0,06	1	0,07	0,02	0,04	1,42	4,04	4,25	5,63	2,18
F16	26,58	7,24	66,35	9,70	76,25	51,75	13,75	3,98	44,50	5,80	3,24	0,02	1,05	0,03	0,03	0,04	1	1,97	4,13	4,95	1,75
F17	26,75	7,33	69,23	11,55	85,01	53,25	36,25	3,33	45,75	6	3,12	0,15	1,18	0,03	0,02	0,04	1,15	2,79	3,38	5	1,63
F18	26,50	7,12	71,13	10,90	97,50	57	20	2,83	52,90	7,28	3,88	0,06	0,91	0,03	0,02	0,03	1,36	2,22	4,15	4,75	1,85
F19	26,98	7,27	88,03	9,70	97,50	49	17,50	3,35	70,18	8,80	4,68	0,04	0,72	0,02	0,03	0,04	0,57	2	3,40	5,33	2,45
F20	26,35	7,23	76,93	10,08	100	92,25	15	3,10	52,90	8,80	2,16	0,05	0,53	0,02	0,02	0,04	0,45	1,75	3,65	5	1,78
F21	27,30	7,05	151,18	7,20	100	51,50	36,25	12,18	70,45	9,90	4,80	0,13	0,98	0,12	0,07	0,15	1,46	2,16	9,01	10,38	4,88
AF1	27,10	7,04	102,38	3,10	22,50	215	45	15,13	77,08	10	3	0,12	0,84	0,27	0,03	0,10	0,45	2,60	8,45	21,50	4,58
AF2	27,73	7,17	558,08	2,58	25,50	184	33,75	21,38	135,50	18,30	7,02	0,20	1,67	0,79	0,04	0,73	2,20	7,41	11,58	24,00	6,28
AF3	25,75	7,40	822,33	6,70	100	46,25	10	1,83	460,05	39,20	58,20	0,04	1,51	0,04	0,07	0,08	0,49	0,77	37,65	49,75	1,65
AF4	26,48	7,63	703,80	7,30	100	49,25	11,25	1,75	365,73	39,40	44,42	0,03	1,40	0,04	0,04	0,18	0,62	4,23	31,04	49,25	1,80
AF5	27,08	7,05	51,13	7,80	100	76	13,75	2,78	40,90	6	3,72	0,03	0,90	0,03	0,09	0,12	0,77	2,63	3,38	5,35	1,25
AF6	27,33	7,47	73,98	6,98	100	55,75	15	2,03	38,33	6,20	2,78	0,03	0,95	0,09	0,03	0,09	0,80	1,47	4,56	3,58	1
AF7	27,01	7,43	65,38	7,45	100	48,25	15	1,33	25,65	3,40	2,04	0,04	0,97	0,05	0,03	0,05	0,70	1,46	5,73	3,55	1,38
AF8	26,90	7,23	61,58	7,20	100	95,25	13,75	2,50	28,03	4	2,16	0,04	0,94	0,06	0,04	0,09	0,48	0,94	6,33	3,28	0,83
AF9	26,45	7,25	52,03	7,63	100	94	16,25	2,53	29,83	3,88	2,68	0,06	0,73	0,06	0,02	0,16	0,39	1,68	4,83	2,63	0,90
AF10	28,01	7,40	56,85	7,35	98,75	61	8,75	1,55	29,10	4,15	1,99	0,01	0,99	0,04	0,03	0,03	0,45	2,59	7,13	5,23	1,70
AF11	28,01	6,87	25,88	9,50	100	122,50	11,25	1,95	21,96	3,20	1,56	0,04	1,08	0,02	0,02	0,04	0,31	3,25	4,30	4,58	1,15
AF12	27,20	7,28	54,75	7,95	100	48	11,25	1,45	35,58	4,60	2,28	0,04	1,33	0,20	0,03	0,03	0,48	1,95	4,73	4,20	1,10
AFG	26,90	7,12	36,88	7,53	97,50	137,75	18,75	9	22,89	4	1,74	0,02	1,65	0,11	0,06	0,06	0,51	6,48	4,75	3,90	1,20
Afi 1	27,35	7,66	614,25	7,55	100	115,50	15	2,73	329,36	44,92	32,76	0,02	0,91	0,11	0,04	0,08	0,33	4,77	39,65	36,38	4,60
Afi 2	27,73	7,51	531,90	7,50	100	95,50	13,75	2,30	337,02	39	33,94	0,03	1,11	0,05	0,03	0,03	0,30	2,37	37,29	39,83	5,10
Afi 3	27,55	7,13	53,13	7,58	100	156,25	15	2,63	38,46	5	2,28	0,03	0,48	0,07	0,03	0,08	0,57	3,34	3,63	5,30	1,60
AFX1	27,90	6,99	47,35	7,05	100	132,50	17,50	2,48	29,69	4,85	1,20	0,04	0,92	0,04	0,03	0,07	1,05	0,44	2,88	3,78	0,95
AFX2	27,25	6,85	44,18	7,75	100	110,50	12,50	2,58	26,70	3,30	1,38	0,02	0,88	0,10	0,01	0,12	1,26	1,01	2,40	4,15	0,83
AFX3	27,85	6,63	39,53	7,10	100	70,50	13,75	2,50	27,38	3,30	1,80	0,05	0,69	0,03	0,03	0,13	0,77	2,62	3,25	4,65	0,95
AFX4	27,80	6,60	77,90	7,56	100	72,50	13,75	3,60	39,58	4,60	1,62	0,06	1,08	0,05	0,03	0,16	0,26	1,39	5,23	6,60	2,28
AFX5	27,25	6,33	44,60	8,68	100	49,25	15	3,63	23,38	4,30	1,50	0,03	0,56	0,07	0,03	0,06	0,46	1,20	3,33	2,55	0,95
Aver	27,13	7,09	313,89	7,25	75,39	107,23	21,49	6,77	103,76	12,66	8,41	0,06	1,22	0,21	0,04	0,15	1,15	3,41	44,75	39,48	3,74
Mini	20,00	6,26	25,30	0,60	7,00	12,00	5,00	0,40	18,30	2,40	0,48	0,01	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,50	1,60	0,30
Maxi	29,60	7,91	10670,00	14,60	100,00	325,00	100,00	32,50	580,00	64,00	76,40	0,50	7,80	5,60	0,36	2,57	7,77	14,00	2803,08	1860,00	71,00
Medi	27,40	7,14	97,35	7,40	100,00	80,00	15,00	3,60	67,10	8,00	4,16	0,04	0,96	0,05	0,03	0,05	0,84	2,24	7,00	7,15	2,00
25cen	26,55	6,77	50,25	6,40	42,50	53,00	10,00	2,10	30,55	4,80	2,40	0,02	0,73	0,03	0,02	0,03	0,40	0,84	3,50	4,25	1,20
75cen	27,70	7,40	214,80	8,40	100,00	142,50	25,00	9,60	113,55	14,80	7,20	0,05	1,38	0,22	0,05	0,10	1,30	5,25	15,51	26,50	3,95

3.3 MACROINVERTEBRATE COMMUNITY OF THE ZIO RIVER

The Table 4 shows an overview of the macroinvertebrates community in the Zio River catchment. Numbers of families and total abundance are showed for each benthic macroinvertebrate order. Insects are the most abundant and diversified

class, recording 49 families. Gastropoda is the second group in term of diversity and abundance. Excepted crustaceans, about 90% of arthropod were collect at larval stage. Table 5 shows families list, abbreviations of family names and abundance of each family.

Table 4: Overview of the benthic macroinvertebrates community in the Zio River

Kingdom	Class	Order	family Number	Abundance
Arthropoda	Insects	Hemiptera	9	2698
		Coleoptera	5	2073
		Odonata	8	1634
		Diptera	11	3032
		Ephemeroptera	8	2087
		Trichoptera	6	659
		Lepidoptera	1	97
		Plecoptera	1	239
	Crustaceans	3	925	
	Arachnida	1	115	
Mollusca	Gastropoda	6	5224	
	Bivalvia	4	330	
Annelida	Oligocheata	2	797	
	Hirudinae	1	34	

Table 5: Families lists, Abbreviations of family names and abundances of families

Families	abbreviations	Abundance	Families	abbreviations	Abundance
Thiaridae	Thi	4230	Culicidae	Cul	199
Pilidae	Pil	163	Ceratopogonidae	Cer	63
Neritidae	Ner	47	Dixidae	Dix	42
Lymnaeidae	Lym	48	Tipulidae	Tipu	22
Bulinidae	Bul	137	Syrphidae	Syr	79
Planorbidae	Pla	599	Simuliidae	Sim	89
Sphaeriidae	Sph	128	Athericidae	Ath	226
Unionidae	Uni	94	Psychodidae	Psy	115
Iridinidae	Iri	44	Tabanidae	Tab	122
Mutelidae	Mut	64	Ephydriidae	Efi	41
Veliidae	Vel	272	Pyrilidae	Pyr	97
Corixidae	Cor	391	Baetidae	Bae	898
Pleidae	Ple	134	Caenidae	Cae	141
Belostomidae	Bel	462	Heptagniidae	Hep	178
Nepidae	Nep	327	Polymitarciidae	Plm	32
Notonectidae	Not	448	Tricorythidae	Tri	167
Hydrometridae	Hdr	105	Oligoneuridae	Oli	449
Naucoridae	Nau	273	Leptophlebiidae	Lep	178
Geriidae	Ger	286	Ephemeraeidae	Eph	44
Coenagriinidae	Coe	294	Perlidae	Per	239
Chlorocyphidae	Chl	164	Leptoceridae	Lpt	197
Calopterygidae	Cal	139	Hydropsychidae	Hps	221
Lestidae	Les	52	Ecnomidae	Ecn	108
Gomphidae	Gom	293	Hydroptilidae	Hdp	73
Libellulidae	Lib	342	Polycentropodidae	Plc	37
Corduliidae	Cor	274	Philopotamidae	Phi	23
Aeschnidae	Aes	76	Atyidae	Aty	302
Elmidae	Elm	339	Palaemonidae	Pal	305
Hydrophilidae	Hdp	230	Potamidae	Pot	318
Dytiscidae	Dyt	978	Hydrachnidae	Hyd	115
Gyrinidae	Gyr	452	Tubificidae	Tub	374
Halplidae	Hal	74	Naididae	Nai	423
chironomidae	Chi	2034	Hirudinidae	Hir	34

3.4 SPATIAL DISTRIBUTION OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES

A Correspondence Analysis (CA) was performed on presence-absence data of the four campaigns (fig.4). This analyzes allow us to classified sites according to taxa. According to the first axis (A1) that contributes to 46.56% of variance, sites can be divided into three groups which characterized by a group of taxa. The table 6 below shows the characteristics of the three groups. According to this result the first axis can be seen as the “water quality or sites degradation gradient”; going from least impacted sites to impacted ones. Least impacted sites are associated to intolerant/sensitive species while the impacted ones are associated to tolerant species.

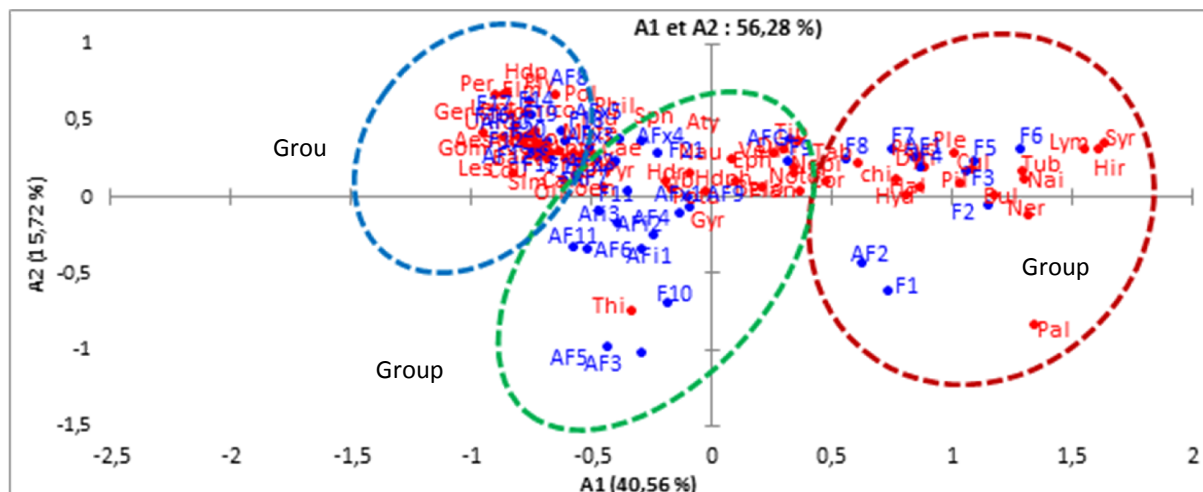


Figure 4: Correspondence Analysis (FCA)

Table 6: Characteristics of the three groups of site following the FAC

	Group 1	Group 2	Group 3
Sites	F1 to F8, AF1 and AF2	F9, F10, F11, AF3, AF4, AFi1, AFi2, AFi3, AFG, F21, AF5, AF11, AF9, AFX1 to AFX5	F12 to F20, AF10, AF12, AF8, AF6, AF7
Characteristics of sites	Downstream sites Important human impacts Degraded water quality	Mean Course sites and upstream sites Moderate human impacts, Acceptable water Quality	Upstream sites Very few human impacts Good water quality
Indicator taxa	Syrphidae, Hirudinae, Naididae, Tubificidae, Lymnaeidae, Chironomidae	Gyrinidae, Geriidae, Naucoridae, Baetidae Hydrometridae, Coenagriidae, Libellulidae	Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera and Odonata
Indicator taxa Sensitivity	Tolerant taxa	Moderate Tolerant taxa	Sensitive taxa

3.5 CORRELATION BETWEEN FAUNA AND WATER PHYSICOCHEMICAL QUALITY

A Redundancy Analysis (a canonical analysis) was performed using the matrix of abundance (at Orders level) and the matrix of the physicochemical parameters. This Redundancy Analysis (RDA) aims to highlight the relationship between physicochemical parameters and the relative abundances of orders. According to figure 5, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata and Bivalves showed strong correlation with dissolved oxygen and transparency and oppose to Diptera, Oligochaeta, Leeches and pulmonates molluscs which are strongly correlated with NH₄, SO₄, KMn, MES and the Water Color.

The correlation matrix in Table 7 shows the values of Spearman correlation between some selected variables, including physicochemical variables and some community index such as Margalef, Shannon, Simpson, EPT and the number of families. There is significant positive correlation ($r > 0.5$; $p < 0.01$) between dissolved oxygen and all biological indexes. Transparency is significantly correlated to the number of families, Margelef and EPT Index. On the other hand, these biological indexes show a negative correlation ($r < -0.5$; $p < 0.01$) with NH₄. Margalef and EPT index are also negatively correlation to KMn, Color, Na and Cl. It is the same case between the number of families, the EPT index and Na, Cl ions. Then, dissolved oxygen and transparency can be use as positive indicator of water quality while NH₄, Color and KMn can be used as indicators of anthropogenic pressure (or pollution).

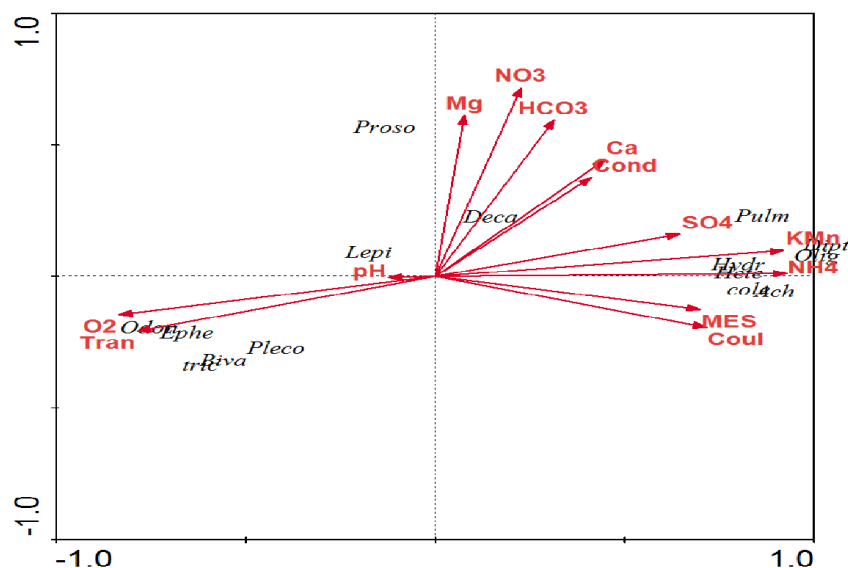


Figure 5: Biplot showing the results of the Redundancy Analysis (RDA)

Table 7: correlation matrix of physicochemical parameters and biological indexes

RTFm: number of family, Shan: Shannon index, Simp: Simpson index, Marg: Margalef index, EPT: number of Ephemeroptera, plecoptera and Trichoptera families.

	Cond	O2	Tran	MES	Coul	KMn	NH4	SO4	Cl	Na	RTFm	Shan	Simp	Marg	EPT
Cond	1	-0,513	-0,797	0,507	0,618	0,776	0,633	0,448	0,669	0,884	-0,437	-0,380	-0,263	-0,540	-0,742
O2		1	0,580	-0,382	-0,384	-0,595	-0,745	-0,306	-0,575	-0,492	0,525	0,552	0,504	0,601	0,655
Tran			1	-0,478	-0,618	-0,800	-0,717	-0,437	-0,704	-0,868	0,504	0,447	0,329	0,596	0,740
MES				1	0,705	0,706	0,497	0,140	0,356	0,528	-0,406	-0,392	-0,301	-0,439	-0,557
Coul					1	0,703	0,570	0,237	0,516	0,645	-0,556	-0,462	-0,323	-0,605	-0,717
KMn						1	0,660	0,421	0,576	0,807	-0,431	-0,376	-0,269	-0,540	-0,696
NH4							1	0,284	0,649	0,662	-0,680	-0,641	-0,495	-0,742	-0,804
SO4								1	0,475	0,438	-0,113	-0,054	-0,010	-0,172	-0,282
Cl									1	0,702	-0,622	-0,477	-0,309	-0,666	-0,756
Na										1	-0,518	-0,438	-0,305	-0,604	-0,764
RTFm											1	0,825	0,618	0,972	0,837
Shan												1	0,939	0,874	0,740
Simp													1	0,690	0,572
Marg														1	0,880
EPT															1

3.6 HABITATS USED BY THE INDICATOR TAXA

The figure 6 show the “habitats” used by each taxa. The first boxplot in each graph indicate the available habitat, the distribution of the values for a selected parameter and showing its minimum, maximum, quartiles and median.

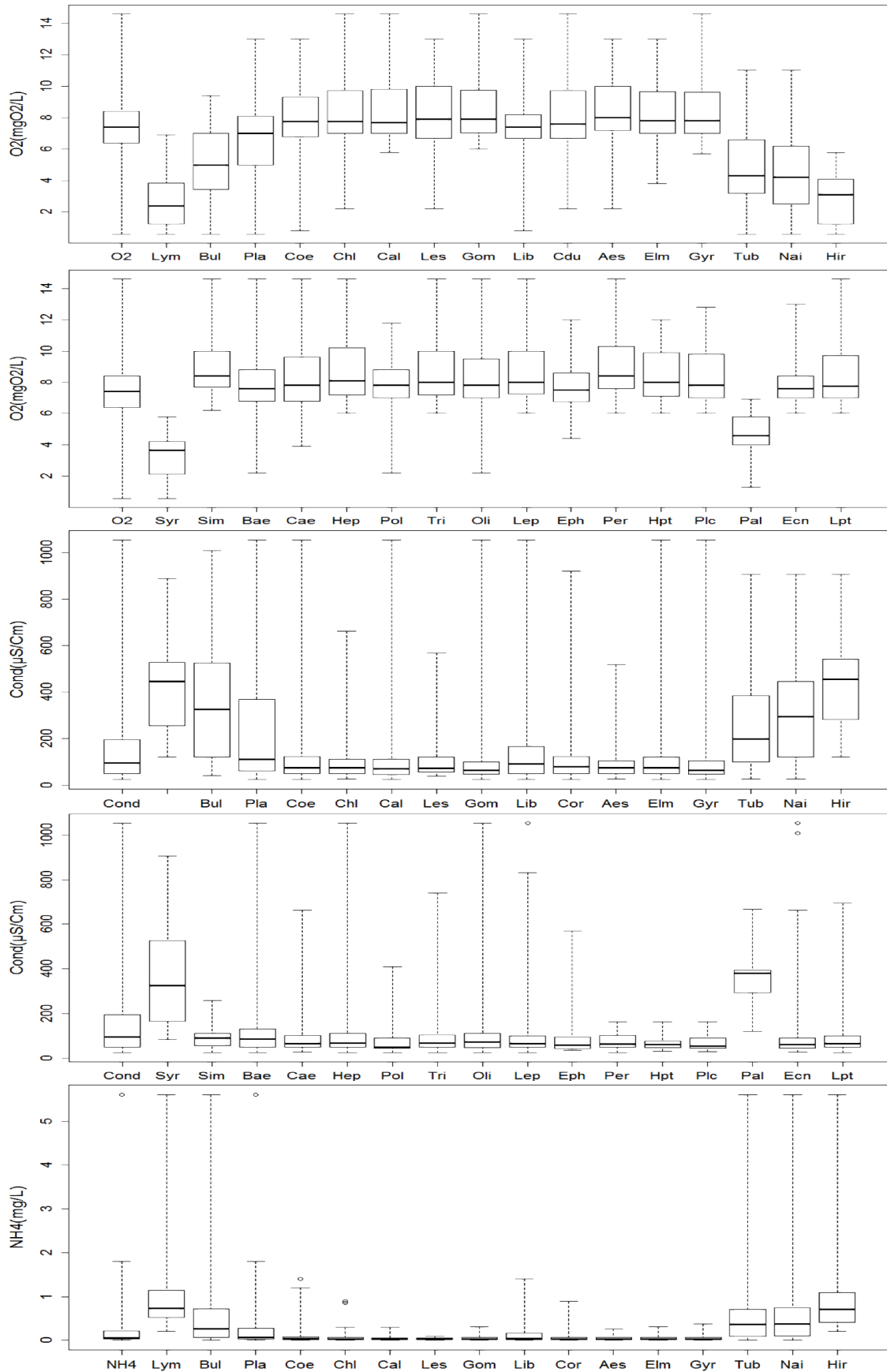


Figure 6a: Habitat used by the indicators taxa following Dissolved Oxygen (O2), Conductivity (Cond) and NH4 ion content.

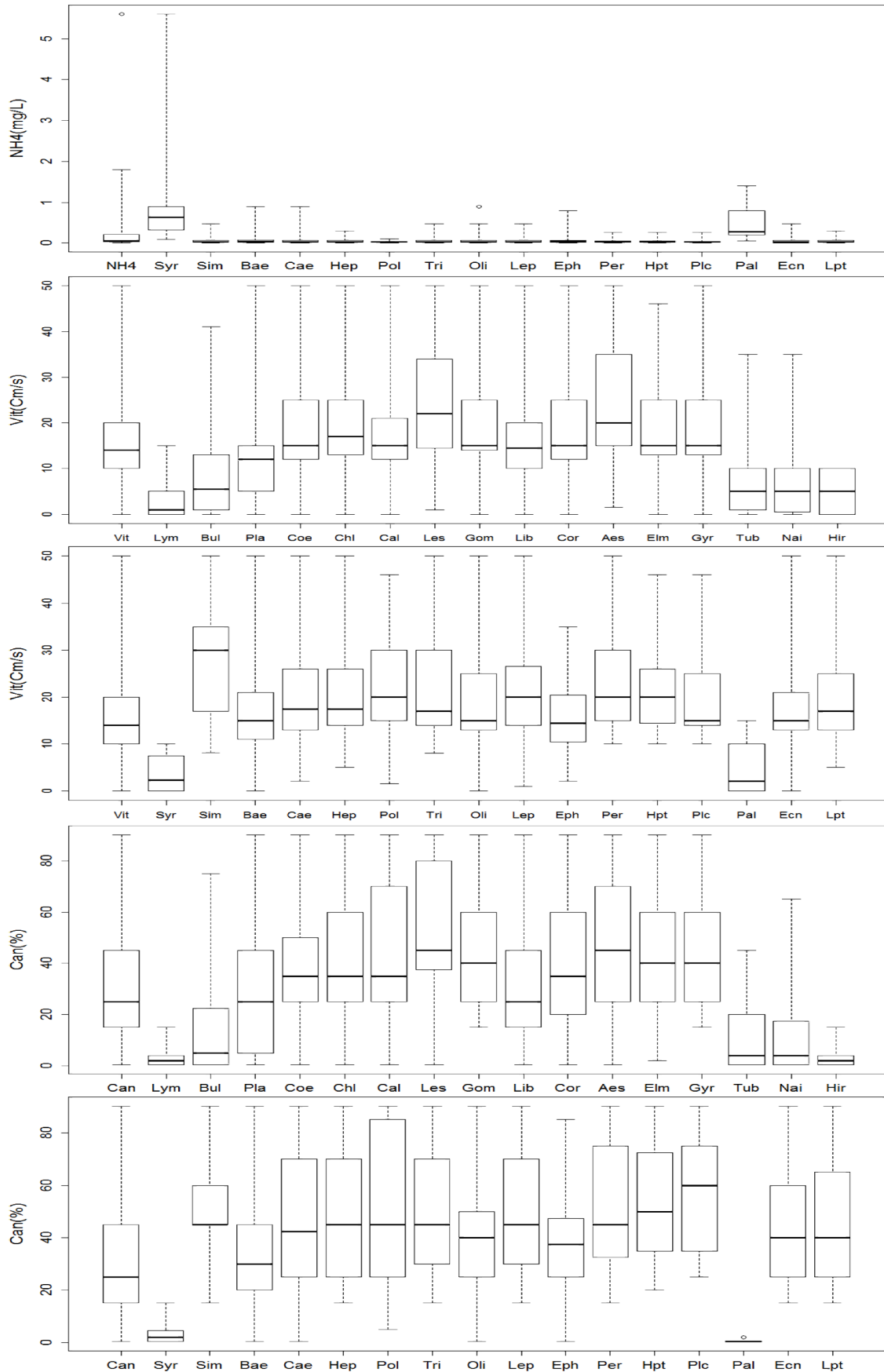


Figure 6b: Habitat used by the indicators taxa Following NH4 ion content, water speed (vit) and vegetation cover (can)

4 DISCUSSION

4.1 WATER PHYSICOCHEMICAL QUALITY

pH is an important factor that determines the suitability of water for various purposes [13]. The observed values show a relative agreement with pH values of surface water which lie within the range of 6.5 to 8.5 [14],[15]. For most natural waters, the accepted range of pH is 6.0-8.5 pH units. The pH values from all sites were within the accepted pH range which provides adequate protection for aquatic life according to [15]. Highest conductivity values recorded in downstream suggest pollution of these sites from human activities and/or intrusion of sea water (sites F1, F2 and F3) during lower water flow. Indeed downstream received lot of effluents from activities above-mentioned. Na^+ and Cl^- contents distribution and their correlation with conductivity (fig.2 and table 5) seem to confirm this intrusion or pollution. The $\text{Na}/\text{Cl} \leq 1$ in some downstream sites suggesting human impact and/or sea water intrusion. $\text{Na}/\text{Cl} \geq 1$ in upstream sites suggest geological influence of Na content in waters of these sites [16]. This result show a relative agreement with [15] who related that naturally Na^+ may come from rock-water interactions as it is one of the most abundant ion found in the earth crust. Lower values of transparency and dissolved oxygen and higher values of NH_4 ion are recorded in some downstream sites such as the site F6. The higher values of transparency and dissolved oxygen and lower values of NH_4 ion are obtained at upstream sites. This is agree to anthropogenic impact gradient generate by PCA (fig.3). These results also show agreement with [17] and [18] who classify NH_4^+ ion as anthropogenic pollution descriptors or [15], [19], [11] who related that Dissolved oxygen is an hydrosystem health index or water quality indicator. [17] and [18] obtained higher values of NH_4^+ and lower values of dissolved oxygen in impaired sites respectively in groundwater of Meskiana (Algeria) and in Nokoué Lake water (Benin) and show by PCA analysis that ion NH_4 content opposite to Dissolved oxygen content. According to PCA results, in rainy season, NO_3^- and SO_4^{2-} ions dissociated themselves from axis A1 and A2 (table 2 and fig. 2). Their contents may be affected by the rain-leaching of surface salts of farmlands in the rainy season.

4.2 DISTRIBUTION OF TAXA ACCORDING TO SITES QUALITY

Downstream sites with anthropogenic impacts and degraded water quality, recorded mainly Syrphidae, Hirudinae, Naididae, Tubificidae, Lymnaeidae, and Chironomidae. These taxa are indicators of impaired sites or indicators of bad water quality. This result show some agreement with [20] who related that more tolerant taxa such as some oligocheata, gastropoda and diptera tended to be associated with samples taken at the impaired sites in temporary streams. According to [21] and [22], Diptera larval (Chironomus, Syrphidae) and Oligocheata (Naididae and Tubificidae) are taxa which characterize polluted biotope receiving a very high organic discharges. Upstream sites with a good water quality recorded mainly families of Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera and a lot of Odonata families. These taxa characterized unimpaired sites or good water quality. Indeed, Ephemeroptera, Trichoptera and Odonata possess some sensitivity to human disturbance [23], [24]. They reflect the diversity of aquatic organisms and are related to the health of aquatic ecosystems [25]. According to our results taxa above-mentioned can be used for bioassessment of freshwater. According to some authors such as [26], Ephemeroptera is an order of aquatic insects commonly used in bioassessment and biomonitoring of freshwater ecosystems all over the world. Trichoptera is recommended for detecting short-term impacts [27]. Odonata are relatively sensitive to pollution and can be used as a good indicator of water quality ; however there is some variation in tolerance to pollution of the taxa belonging to this group [5]. The larval odonata community has been successfully used as an indicator of habitat and water quality in both lentic and lotic systems [28].

4.3 TAXA SENSITIVITY AND CORRELATION WITH ENVIRONMENTAL PARAMETERS

The Redundancy Analysis (RDA) and Relationship between taxa or biological indexes and environmental quality highlight characters of macroinvertebrates as bioindicators. This relationship According to our results figure 5, table 7) show an agreement with [26], [29] who related that Ephemeroptera are often the most abundant insects encountered in sites with a sufficiently high dissolved oxygen concentration. In the same way some studies have demonstrated that the relative abundance of tolerant taxa such as Chironomidae increases with increasing disturbance [30]. The taxa pattern according to physicochemical parameters highlight two main groups of taxa: sensitive taxa and tolerant taxa (fig.6). According to NH_4 distribution, extremes contents characterize the preferable habitats of tolerant taxa indicating that NH_4 is an excellent pollution indicator [18]. For water flow and vegetation cover, taxa seem to present no preferable habitat, however Syrphidae, Palaemonidae and Lymnaeidae were mainly collect in sites with low water flow while Simuliidae were present in sites with a relative high water flow. It means that many taxa are not influenced by these environmental variables. Figure 6 show that macroinvertebrates sensitivity can be variable in the same order according to each family sensitivity. Low

taxonomic level such as orders or class may provide general information while high level like family, genus and species express specific sensitivity. Thus, [31] suggested that chironomidae are a very diverse group that includes species with different pollution sensitivities, and must be identified to genus or species level in order to use them as water quality indicators. Family richness of Ephemeroptera, Odonata and Trichoptera (EPT) is positively correlated with dissolved oxygen. These orders are known to contain many taxa that are sensitive to changes in water quality and require a moderate to high concentration of dissolved oxygen [32], [33].

5 CONCLUSION

There is two groups of sites according to water physicochemical quality: downstream sites and upstream sites. Downstream sites are characterized by high contents in majors ions and nutrients and also by low level of dissolved oxygen and transparency. Upstream sites are characterized by high level of dissolved oxygen and transparency. After confrontation of the abiotic (physicochemical) and biotic data (Taxa abundance), three groups of site are finally distinguishable: (1) least impacted sites, mainly upstream sites characterized by sensitive taxa, (2) moderate sites and (3) impacted sites located downstream and characterized by tolerant taxa. The results obtained in this work support the knowledge that the macroinvertebrates are a suitable tool for water quality assessment and management of water resources in Zio River catchment.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Excellence Center for Development Cooperation Sustainable Water Management and intra-ACP/UE Academic Mobility Scheme for their support by granting respectively EXCEED/DAAD and PIMASO Fellowships to the first author. We are grateful to all Labor of the four laboratories for assistance during field survey, samples collection and dataset analysis. The authors are thankful to Forestry agencies of Plateaux Region for their assistance during prospective campaigns.

REFERENCES

- [1] M. S Foto, T. S. H Zebaze, T. N. L Nyamsi, G. A. Ajeegah et T.Njiné, Evolution Spatiale de la Diversité des Peuplements de Macroinvertébrés Benthiques dans un cours d'eau Anthropisé en Milieu Tropical (Cameroun) European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.55 No.2,pp.291-300, 2011
- [2] A.B. Dixon, A.P Wood, Wetland cultivation and hydrological management in Eastern Africa: Matching community and hydrological needs through sustainable wetland use. Natural resources forum27, 117–129, 2003
- [3] M.C Acreman, G.E.Hollis, Water management and wetlands in sub-Saharan Africa, 1996
- [4] M. Everard & A.Powell. Rivers as living systems. Aq.Cons.Mar. Freshwat. Ecosyst.,12 329-337, 2002
- [5] B. Pieter , T. M. Seid, D. M. Luc, L.M. G. Peter, Development of a multimetric index based on benthic macroinvertebrates for the assessment of natural wetlands in Southwest Ethiopia. ESELVIER Ecological Indicators 29 510–521, 2013
- [6] Dallas, H.F.. A preliminary evaluation of aspects of SASS (South Africa Scoring System) for rapid bioassessment of water quality in rivers. S. Afr. J. Aquat. Sci., 23: 7994, 1997
- [7] Baye Sitotaw.. Macroinvertebrate assemblage structure in relation to and use types and pollution in some Ethiopian rivers. M.Sc. Thesis, School of Graduate Studies, Addis Ababa University, Addis Ababa, 2006
- [8] Phillip Okoth Raburu, J. B. Okeyo-Owuor and Frank Onderi Masese,. Macroinvertebrate-based Index of biotic integrity (M-IBI) for monitoring the Nyando River, Lake Victoria Basin, Kenya, Scientific Research and Essay Vol.4 (12), pp. 1468-1477, 2009
- [9] Association Francaise de Normalisation (AFNOR). Qualité de l'eau. Recueil des Normes Françaises Environnement. Tomes 1, 2, 3 et 41372 p, 1997
- [10] Juliet Osei, Frank Kwakyi Nyame, Thomas Kaku Armah, Shiloh Kwabena Osaе, Samuel Boakye Dampare, Joseph Richmond Fianko, Dickson Adomako, Nash Bentil,. Application of Multivariate Analysis for Identification of Pollution Sources in the Densu Delta Wetland in the Vicinity of a Landfill Site in Ghana. J. Water Resource and Protection, 2, 1020-1029, 2010
- [11] M. Makhoukh, M. Sbaa, A. Berrahou , M. Van. Clooster, contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya (maroc oriental), Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 09, pp. 149-169, 2011

- [12] M. El Morhit, M. Fekhaoui, A. Serghini, S. El Blidi, A. El Abidi, R. Bennaakam, A. Yahyaoui, M. Jbilou Impact de l'aménagement hydraulique sur la qualité des eaux et des sédiments de l'estuaire du Loukkos (côte atlantique, Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, N° 30 39-47, 2008
- [13] M. V. Ahipathy and E. T. Puttaiah, "Ecological Characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore (India)," Environmental geology, Vol. 49, No. 8, pp. 1217-1222, 2006. In JWRAP, 2, 792-798, Abdu Hameed M. Jawad Alobaidy, Haider S. Abid, Bahram K. Maulood. Application of Water Quality Index for Assessment of Dokan Lake Ecosystem, Kurdistan Region, Iraq, 2010
- [14] World Health Organization (WHO), "Guidelines for Drinking-Water Quality," 3rd Edition, World Health Organization (WHO), Geneva, 2004.
- [15] World Health Organization (WHO), Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring -Second Edition, World Health Organization (WHO), 651p, 1996
- [16] Y. Agbossoumondé, R.-P. Ménot, P.M. Nude, Geochemistry and Sm-Nd isotopic composition of the Agou Igneous Complex (AIC) from the Pan-African orogen in southern Togo, West Africa: Geotectonic implications, Journal of African Earth Sciences 82 88-99, 2013
- [17] Gouaidia Layachi, influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physicochimiques des eaux d'une nappe en zone semi-aride, cas de la nappe de meskiana nord-est algérien. Thèse de doctorat hydrogéologie 199p, 2008
- [18] Gnohossou M. P., La faune benthique d'une lagune ouest africaine (le lac nokoue au benin), diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique. thèse de doctorat écologie : environnement aquatique, INP, ENSAT, 169p. 2006.
- [19] Rodier et al., L'Analyse de l'eau, 9e édition entièrement mise à jour. 2009
- [20] Manuela Morais, Paulo Pinto, Pedro Guilherme, Joana Rosado & Isabel Antunes, Assessment of temporary streams: the robustness of metric and multimetric indices under different hydrological conditions, Hydrobiologia 516: 229-249, 2004
- [21] Tufféry G., Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes, révélateurs biologiques de la pollution, 1980 In : Nathalie MARY, caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertebrates benthiques, thèse de doctorat, univ du Pacifique, Nouvelle Calédonie, 1999.
- [22] Jacques B., Despiereux E., Feytmans E., Etude des effets d'une station d'épuration sur la qualité physico-chimique et la structure de peuplement de la faune benthique d'une rivière polluée, la Haute-Semois. Acta Oecol., Ecol. Appl., 7 (3), 261-279, 1986
- [23] Samways, M.J., Steytler, N.S., Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. Biol. Conserv. 78, 279-288, 1996.
- [24] Hornung, J.P., Rice, C.L., Odonata and wetland quality in Southern Alberta, Canada: A Preliminary study. Odonata 32, 119-129, 2003.
- [25] Baptista, D.F., Buss, D.F., Egler, M., Giovanelli, A., Silvera, M.P., Nessimian, J.L., A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. Hydrobiologia 575, 83-94, 2007.
- [26] Arimoro, F.O., Muller, W.J., Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) community structure as an indicator of the ecological status of a stream in the Niger Delta area of Nigeria. Environ. Monit. Assess. 166, 581-594, 2010.
- [27] Kashian, D.R., Burton, T.M., A Comparison of macroinvertebrates of two Great Lakes Coastal Wetlands: testing potential metrics for an index of ecological integrity. J. Great Lakes Res. 26, 460-548, 2000.
- [28] Foote, A.L., Hornung, C.L.R., Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. Ecol. Entomol. 30, 273-283, 2005.
- [29] Shelly, S.Y., Mirza, Z.B., Bashir, S., Comparative ecological study of aquatic macroinvertebrates of Mangla dam and Chashma barrage wetland areas. J. Anim. Plant Sci. 21, 340-350, 2011.
- [30] Moya, N., Tomanova, S., Oberdorff, T., Initial development of a multimetric index based on aquatic macroinvertebrates to assess streams condition in the Upper Isiboro-Sécure Basin, Bolivian Amazon. Hydrobiologia 589, 107-116, 2007.
- [31] Kerans, B.L., Karr, J.R., A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. Ecol. Appl. 4, 768-785, 1994.
- [32] Hughes, S.J., Temporal and spatial distribution patterns of larval Trichoptera in Madeiran streams. Hydrobiologia 553, 27-41, 2006.
- [33] Sharma, R.C., Rawat, J.S., Monitoring of aquatic macroinvertebrates as bioindicator for assessing the health of wetlands: A case study in the Central Himalayas, India. Ecol. Indic. 9, 118-128, 2009.

Bioécologie de Puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) dans l'Oasis de Biskra, Algérie

[Bio-ecological study of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) at Biskra Oasis, Algeria]

Nacer Tarai¹, Azeddine Haddad², Salaheddine Doumandji¹, and Mohamed Belhamra¹

¹Département d'Agronomie, Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie

²Département de Biologie, Faculté des Sciences, de la Nature et de la Vie, Université Chahid Hamma Lakhdar, El-Oued, Algérie

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: Tomato and pepper under greenhouse are the agricultural base in the Biskra Oasis. These crops threatened by insect pests, such as green peach aphid. The bio-ecology of *Myzus persicae* is the subject of a study conducted at five stations, Chaâiba, Oumache, Biskra, Outaya and Mzeraa in 2012 and 2013. It shows that the averages numbers of *Myzus persicae* highest with 28,77 individuals are mentioned on toufan variety, 28,20 individuals on the zahra variety and 32,4 individuals on the variety of corn chili gazelle. The average of the lowest numbers of 1,2 on individual toufan, 0,6 on Zahra variety, and 3.2 aphids on chili, gazelle horn.

KEYWORDS: Tomato, Pepper, Culture, greenhouse, Zahra, Toufan, Corn gazelle, Oasis, Biskra.

RESUME: La tomate et le piment sous-serre sont la base de l'agriculture dans l'Oasis de Biskra. Ces cultures sont menacées par des insectes ravageurs, comme le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*). La bioécologie de ce dernier fait l'objet d'une étude menée dans cinq stations celles de Chaâiba, d'Oumache, de l'Oasis de Biskra, de l'Outaya et de Mzeraa en 2012 et 2013. Elle montre que les moyennes des effectifs de *Myzus persicae* les plus élevées sont mentionnées avec 28,77 individus sur la variété toufan et 28,20 individus sur la variété zahra, et 32,4 individus sur la variété de piment corn de gazelle. La moyenne des effectifs le plus faible est de 0,6 individu sur zahra, 1,2 individus sur toufan et 3,2 pucerons sur le piment, corne de gazelle.

MOTS-CLEFS: Tomate, Piment, Culture sous serre, Zahra, Toufan, Corn de gazelle, Oasis, Biskra.

1 INTRODUCTION

Le puceron vert de pêcher *Myzus persicae* est un insecte holocylique diécique. dont l'hôte primaire est le pêcher ou le prunier, il possède comme hôtes secondaires les plantes herbacées annuelles. Dans les serres et dans les régions méridionales, *M. persicae* se perpétue par parthénogenèse. Les virginipares hivernent sur des plantes-hôtes secondaires (HULLE, 1999). La biologie de ce puceron dépend des conditions climatiques, en particulier de la température. La fécondité se réduit rapidement lorsque la température s'élève au-dessus de 30 °C sous-serre (DIONYSSIOS et DIONYSSIOS, 2004). Pour des raisons pratiques et méthodologiques cette étude est axée sur la bio-écologie de *Myzus persicae* sous serre dont la

connaissance est nécessaire si l'on veut entreprendre une lutte efficace. En effet, cette espèce provoque des dégâts importants sur le poivron, la tomate, la laitue et le concombre sous-serre (GILLESPIE *et al.*, 2002). Le puceron vert du pêcher peut transmettre aux Solanaceae plus de 100 virus, y compris le "potato leafroll virus" et "potato virus Y" (KENNEDY *et al.*, 1962). La fécondité chez *Myzus persicae* est influencée par la température. Elle chute lorsque la température s'élève au dessus de 30 °C. La longévité est liée aussi à la température. Elle est de 3 mois à 5 °C et de 10 jours à 25 °C. Par contre, la durée de développement de la larve est de 21 jours à 10 °C et 7 jours à 25 °C selon ZALOM (1981), TAMAKI et FOX (1982).

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 CHOIX DES STATIONS

Les stations choisies sont représentatives des biotopes largement répandus dans la région. Elles sont au nombre de cinq.

2.1.1 STATION CHAËIBA

Elle est située à 90 km au Sud-Est de la ville de Biskra (34° 40' N., 4° 40' E.) et à 150 m. d'altitude.

2.1.2 STATION OUMACHE

La station d'Oumache est située à 10 km au sud-Est de la ville de Biskra (34° 20' N., 5° 30' E.).

2.1.3 STATION BISKRA

C'est une palmeraie traditionnelle située près de la ville de Biskra, (34° 40' N., 5° 35' E.). Son altitude est de 100 m

2.1.4 STATION OUTAYA

La station Outaya fait partie d'une zone agricole, située près de la ville de l'Outaya, (35° 00' N., 5° 40' E.).

2.1.5 STATION MZERAA

La station de Mzeraa est située à 70 km au sud-est de la ville de Biskra (34° 30' N., 6° 30' E.). Son altitude est de 200 m.

2.2 ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *MYZUS PERSICAE*

L'étude de la dynamique des populations de *Myzus persicae* nécessite la mise en place de 30 bacs rectangulaires de 0,6 m x 0,4 m x 0,15 m dont 10 bacs pour chacune des variétés de tomate, toufan et zahra et 10 bacs pour le piment corne de gazelle. Cette technique est proposée par WEIGAND et BICHARA (1991). Chaque bac est rempli aux deux tiers d'eau additionnée d'un peu de détergent. Ils sont placés à deux hauteurs différentes, les uns au ras du sol et les autres à 0,7 m de haut. Les individus de *Myzus persicae* capturés sous serre sont recueillis avec soin dans des flacons en matière plastique avec un peu d'alcool 70°. Chaque flacon porte une étiquette portant des indications de date et de lieu d'échantillonnage.

3 RÉSULTATS

Le comptage des individus ailés de *Myzus persicae*, durant la période d'échantillonnage, au niveau de la station des stations d'étude, montrent que l'effectif de la population est élevé durant le mois de novembre, pour les deux variétés de tomate plantées sous serre, toufan et zahra. Il en est de même pour le piment, corne de gazelle. La moyenne des effectifs le plus élevé de la population de *Myzus persicae*, soit 28,77 individus compté sur tomate sous serre, sur la variété toufan, le 15 novembre 2012 au niveau de la station de Chaïba (Fig. 01). Parallèlement sur la variété zahra, la moyenne des effectifs de la population la plus élevée est de 28,2 individus, notée à la même date au niveau de la station Mzeraa (Fig. 02). De même pour le piment de la variété corne de gazelle, la moyenne des effectifs de la population la plus élevée est de 32,4 individus comptés le 15 novembre 2012 au niveau de la station de Chaïba (Fig.03). En effet, la moyenne des effectifs de la population des ailés le plus faible pour la variété toufan est de 1,2 individus, mentionnée le 15 mars 2011 au niveau de la station Oumache (Fig. 01). Par contre, la moyenne des effectifs la plus faible pour la variété zahra est de 0,6 individus comptés à la mi-mars 2011 dans la même station (Fig. 02). Par ailleurs, la moyenne des effectifs le plus faible pour le piment, corne de

gazelle est de 3,2 individus comptés le 15 mars 2011 au niveau de la station de Biskra (Fig. 03). L'évolution des populations est comparable sur les trois variétés (Fig. 01, 02 , 03).

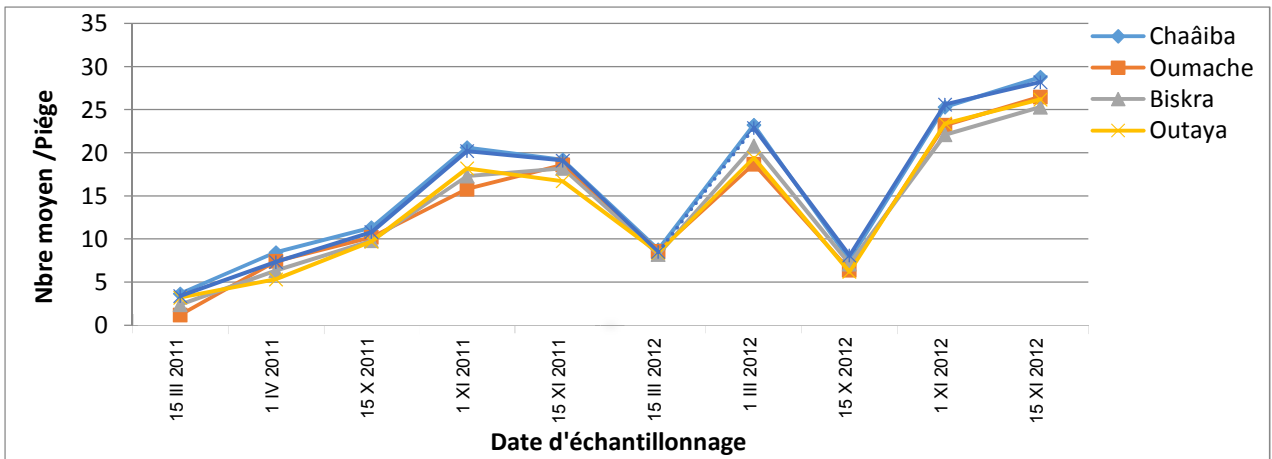


Fig. 01 – Nombre moyen par piège des ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété toufan durant la période d'échantillonnage 2011/2012

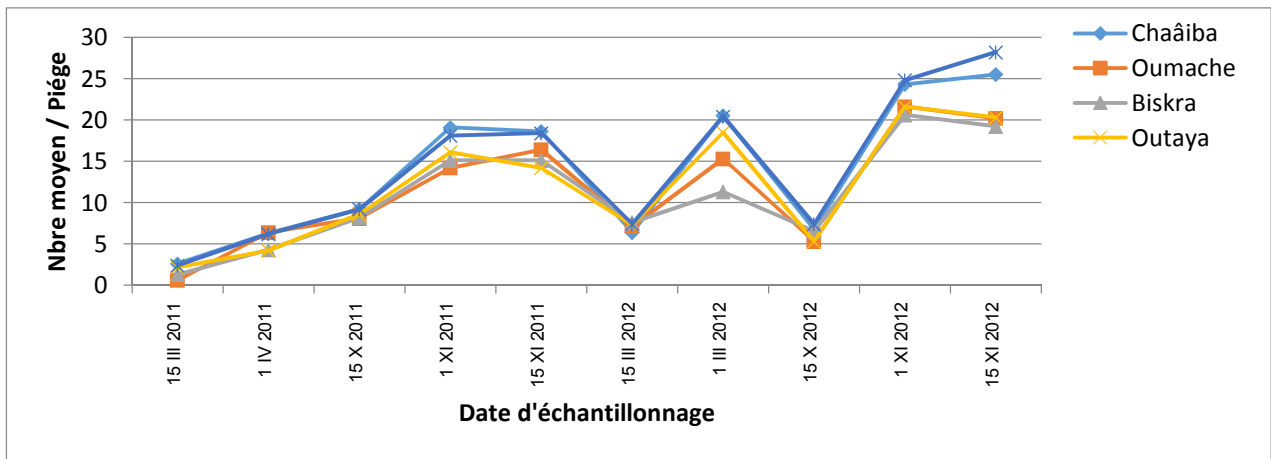


Fig. 02 – Nombre moyen par piège des ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété zahra durant la période d'échantillonnage 2011/2012

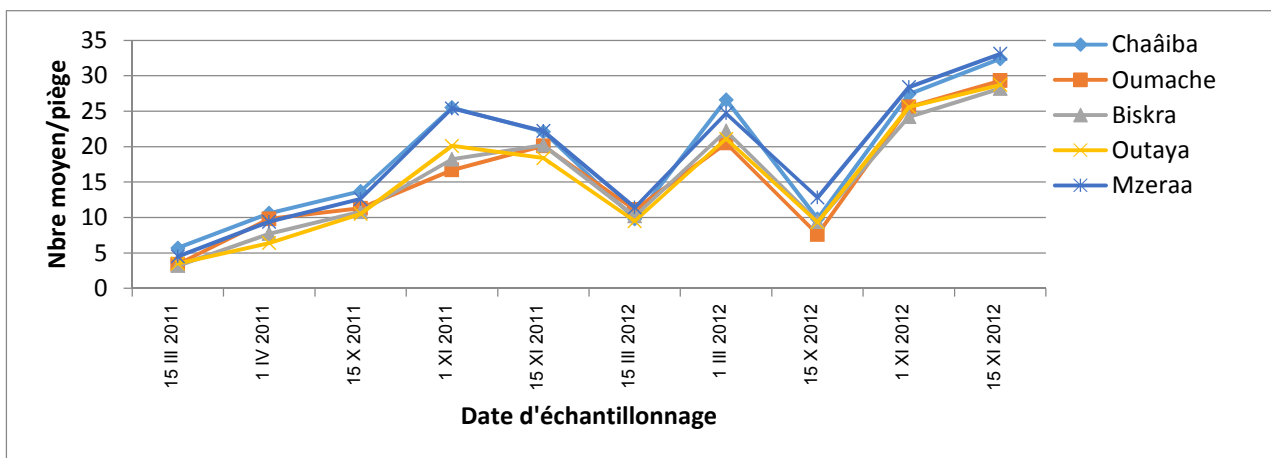


Fig. 03 – Nombre moyen par piège des ailés de *Myzus persicae* sur tomate, variété zahra durant la période d'échantillonnage 2011/2012

4 DISCUSSION

Cette étude est basée sur la dynamique des populations des ailés de *Myzus persicae*. En effet, il existe une étroite relation entre la transmission des virus et la propagation de la forme ailée des pucerons (MOERICKE, 1955; KRING, 1972; IRWIN, 1980). D'après MURPHY et FERGUSON (2006), la serre est infestée au point où des adultes ailés font leur apparition pour assurer la dispersion des populations sur de nouvelles plantes-hôtes. Le puceron vert du pêcher est signalé sur les deux principales cultures maraîchères sous-serre dans la région d'étude : ce sont la tomate et le piment. Les évolutions des populations de *Myzus persicae* dans la région d'étude sur les deux variétés de tomate étudiées, zahra et toufan sont comparables. Pourtant, l'effectif de la population est faible sur la tomate surtout sur la variété zahra par rapport au piment de la variété corne de gazelle. Le nombre moyen d'individus par piège le plus élevé est de 25,50 individus comptés sur la variété zahra, le 15 novembre 2012, alors que pour la variété toufan, le nombre moyen est de 28,77 individus par piège, comptés à la même date. Par contre sur le piment de la variété corne de gazelle, le nombre moyen le plus élevé est de 32,4 individus comptés également le 15 novembre 2012. Par ailleurs, l'effectif de la population de *Myzus persicae* le plus faible est enregistré à la mi-mars, aussi bien en 2011 qu'en 2012. Pour la variété zahra, 0,60 individus par piège sont comptés le 15 mars 2011 et 6,40 pucerons le 15 mars 2012. Il en est de même, pour la variété toufan, 1,20 individus par piège sont mentionnés le 15 mars 2011 et 8,60 en 2012. Par contre, au début d'avril l'effectif des ailés devient élevé avec 6,40 individus par piège sur la variété zahra et 08,44 pucerons pour la variété toufan en 2011. En 2012, le nombre moyen est de 25,50 individus comptés sur la variété zahra et 28,77 pucerons sur toufan. Pour le piment corne de gazelle, l'augmentation de l'effectif de *M. persicae* en avril est marquée. En effet, 10,60 individus par piège sont enregistrés en 2011 et 23,3 individus en 2012. BELDA *et al.* (1994) mentionnent qu'à Almería en Espagne, sur la tomate et la pastèque sous-serre, le nombre de *Myzus persicae* le plus élevé est de 550,5 individus par piège, moyenne de 8 pièges comptés en juillet 1994. Par contre le nombre moyen le plus faible est de 1,3 individu par piège enregistré en août. Les derniers auteurs cités signalent que durant la fin d'octobre le nombre moyen des individus de *Myzus persicae* est de 47,0 individus par piège. L'effectif moyen devient 81,6 pucerons par piège au début de novembre. Les résultats obtenus par BELDA *et al.* (1994) en octobre et en novembre sur la tomate et la pastèque à Almería sont proches de ceux mentionnés sur la tomate de la variété toufan et sur le piment corne de gazelle dans la région de Mzeraa durant la même période d'échantillonnage. QUIROZ *et al.* (2005) mentionnent que le nombre moyen des effectifs de *Myzus persicae* est important au début de la saison de plantation du poivron sous-serre au niveau de la région de Coquimbo au Chili. Selon les derniers auteurs, 71,8 individus par piège comptés en octobre et 32,4 pucerons en novembre 2004. Au contraire, dans la région d'étude, le nombre moyen des individus de *Myzus persicae* en octobre est de 06,8 en 2011 et de 7,55 en 2012. Cette valeur moyenne s'élève en novembre avec 24,3 pucerons par piège enregistrée le 1 novembre et 25,5 individus le 15 novembre 2011. En 2012, le nombre moyen des pucerons atteint 24,7 mentionné le 1 novembre et 28,9 individus le 15 novembre.

L'effectif élevé de *M. persicae* sur le piment dans le présent travail peut être expliqué par la libération des substances volatiles et par la couleur de cette plante par rapport à la tomate. KRING (1972) montre que les ailés sont attirés vers une plante en fonction de sa couleur ou des substances volatiles qu'elle émet. Il est à signaler qu'une résistance variétale vis à vis de *Myzus persicae* est signalée (AUCLAIR, 1989). De même la résistance contre *Myzus persicae* est signalée chez certaines variétés de pêchers (MASSONIE *et al.*, 1984; RAHBE *et al.*, 1988). En effet, les deux variétés de tomate étudiées sont recherchées par le puceron vert du pêcher. Un nombre moyen faible est enregistré à la mi-mars. Il peut être expliqué par la première apparition des ailés après la fin de la période hivernale.

5 CONCLUSION

Parmi les principaux ravageurs des cultures de tomate sous serre dans l'Oasis de Biskra est *Myzus persicae*. Deux facteurs essentielles peuvent être évoqués pour expliquer l'évolution de ce ravageur sous serre. Premièrement les conditions climatiques favorables durant les périodes printanière et automnale, est deuxièmement la phénologie de la plante hôtes. *Myzus persicae* à l'état adulte reste présente durant toutes les dates d'échantillonnage, sur les deux variétés toufan et zahra. Il est à mentionné que l'effectif des adultes de *Myzus persicae* sur les deux variétés de la tomate plantées sous serre, zahra et toufan est faible, durant la période d'échantillonnage automnale, malgré que la plantation de la tomate en pépinière sous serre ait débuté à la fin d'août. L'effectif global des adultes devient important dès la mi-mars, soit pour la variété zahra que pour toufan. L'effectif de la population est faible sur tomate par rapport au piment, surtout chez la variété zahra.

REFERENCES

- [1] AUCLAIR J., 1989 - *Host Plant Resistance, in Greenhouses, in World Crop Pests*. Ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 225-265.
- [2] C.DIONYSIOS. and L. DIONYSIOS, 2004 - *Myzus persicae (Homoptera: Aphididae) as Suitable Prey for Macrolophus pygmaeus (Hemiptera: Miridae) Population Increase on Pepper , Plants. J. Environmental Entomology, Vol., 33 (3) : 499-505.*
- [3] C.QUIROZ, P.LARRAIN y P. SEPULVEDA, 2005 - Abundancia estacional de insectos vectores de virosis en dos ecosistemas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de la region de Coquimbo, Chile. *J. Agri. Tec., Chili, Vol. 65 (1) : 3 - 19.*
- [4] F.ZALOM, 1981- Effects of aluminum mulch on fecundity of apterous *Myzus persicae* on head lettuce in a field planting. *J. Entomol. experim. appli., Vol., 30 : 227 - 230.*
- [5] GILLESPIE D., SHIPP D., RAWORTH R.G. et FOOTI T., 2002 - *Aphis gossypii* Glover, Melon/Cotton Aphid, *Aulacorthum solani* (Daltenbach), Foxglove Aphid, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), Potato Aphid, and *Myzus persicae* (Sulzer), Green Peach Aphid (Homoptera: Aphididae). *Rap. Biol. Control. Prog. : 44 - 49.*
- [6] G.MASSONIE, R. MONET, Y. BASTARD et P.MAISON, 1984 – Hérité de la réaction d'hypersensibilité du pêcher *Prunus persica* (L.) Batsch à *Myzus persicae* Sulzer. *Bull. Organisation internati. Lutte biol. (Oilb/Srop), 7 : 69.*
- [7] G. TAMAKI et L.FOX 1982. Weed species hosting viruliferous green peach aphids, vector of beet western yellows virus. *J., Environmental Entomology, Vol., 11 : 115 - 117.*
- [8] HULLE M., 1999 - *Les pucerons des plantes maraichères*. Ed. Institut national rech. agro, Paris, 134 p.
- [9] J. BELDA ,A. AGUIRRE, E.MIRASOL y T. CABELLO, 1994 – Dinamica de poblacion de pulgones alados (Hom. : Aphididae) en cultivos del levante de Almeria. *Bull. San. Veg., Plagas, Vol. 20 : 329 - 337.*
- [10] J.KRING, 1972 - Flight behaviour of aphids. *Ann. Rev. Entomol. Vol., 17 : 461 - 492.*
- [11] KENNEDY J., DAY M. and EASTOP V., 1962 - *A conspectus of aphids as vectors of plant viruses*. Commonwealth Agricultural Bureaux, London, 114 p.
- [12] M. IRWIN., 1980 - *Sampling aphids in Soybean Fields. Sampling methods in Soybean Entomology*. Ed. Springer-Verlag, New York, Chap. 11, pp. 239 – 259.
- [13] MURPHY G. et FERGUSON G., 2006 – *Les pucerons en serriculture*. Fiche Tech., Ministère agri. alim.et affaires rurales, Ontario, 10 p.
- [14] S.WEIGAND and S. L.BICHARA, 1991 - Statute of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and method of control. *Options Méditerranéennes – série séminaires, (10) : 67 – 74.*
- [15] V.MOERICKE, 1955 - Über die Labensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Lande. *J. Entomol., Vol., 37: 29 -91.*
- [16] Y.RAHBE, G.FEBVAY, B.DELOBEL, R. BOUMOVILLE, 1988 - *Acyrtosiphon pisum* performance in response to the sugar and amino acid composition of artificial diets, and its relation to Lucerne varietal resistance. *J. Entomol. Exp. Appl., Vol. 48, (3) : 283 – 292.*

EVALUATION DE LA RESISTANCE A L'ADVENTICE PARASITE, *STRIGA GESNERIOÏDES* DES VARIETES EXOTIQUES DE NIEBE [*VIGNA UNGUICULATA* (L.) Walp.] CULTIVEES AU CAMEROUN

[EVALUATION OF THE RESISTANCE TO A WEED PARASITE, *STRIGA GESNERIOÏDES* OF EXOTIC VARIETIES OF COWPEA [*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.] GROWN IN CAMEROON]

Bouba Djilé¹⁻², Ange-Patrice Takoudjou Miafo³, Jacques Djodda⁴, Ousmane Boukar¹⁻⁵, and Gonné Sobda¹

¹Department of Plants genetic and biotechnology,
Agriculture Research for Development Institute (IRAD),
P.O. Box 33 Maroua, Cameroon

²Department of Applied Biology and Agronomy,
Higher Institute of the Sahel (ISS),
P.O. Box: 55 Maroua, Cameroon

³Department of Biochemistry and Food Nutrition,
University of Yaoundé I,
P.O. Box: 812, Yaoundé, Cameroon

⁴Department of Biology Sciences, University of Maroua,
P.O. Box: 55 Maroua, Cameroon

⁵Department of an Improvement of Crops,
International Institute of Tropical Agriculture,
P.O. Box: 189 Kano, 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: In order to increase the production of cowpea in Cameroon, an agromorphologic evaluation of resistant varieties of cowpea to *Striga gesnerioïdes* has been made with varieties originated of West Africa. The experimentation taken place in a greenhouse, consisted of carrying on an artificial infestation of vegetable pots full of clay-sand soil in $\frac{3}{4}$ with striga's seeds first of all collected from a farmer field. The morphologic characters evaluated on those planted varieties were the following: the germination of plants, number of leaves, the height of plants, the aspect of their skin and the rate of infection of cowpea's plants by striga. The symptoms of main cowpea's diseases have also been evaluated in order to select varieties that are both resistant to striga and diseases. Finally, 11 varieties: (IT04K-227-4, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT98K-216-44, IT07K-187-55, IT03K-337-6, IT07K-187-24, and IT99K-499-35) are resistant to striga. The following varieties: IT07K-187-24 and IT07K-291-89 have shown interest for their best agro morphologic traits and their resistance to parasite. Those varieties can be considered as gene's sources of resistance to *Striga gesnerioïdes* for plant breeding, thereby contributing in the increasing of the cowpea production.

KEYWORDS: cowpea, agronomic characteristics, resistant varieties, *Striga gesnerioïdes*, artificial infestation.

RÉSUMÉ: Dans l'optique d'accroître de la production de niébé au Cameroun, une évaluation agromorphologique des variétés de niébé résistantes au *Striga gesnerioides* a été effectuée avec les variétés d'origine ouest africaine. L'expérimentation conduite sous un abri de serre, consistait à réaliser une infestation artificielle des pots de végétation, remplis de terre sablo-limoneuse au 3/4 par les graines du striga préalablement collectées dans un champ paysan. Les caractères morphologiques évalués sur les plants de ces variétés semés en pots étaient entre autre la levée des plants, le nombre de feuilles et la hauteur des plants, l'aspect des téguments ainsi que le taux d'infection des plants de niébé par le parasite striga. Les symptômes des principales maladies du niébé ont également été évalués pour le choix des variétés résistantes à la fois au striga et aux pathologies. Il ressort de cette étude que 11 variétés (IT04K-227-4, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT98K-216-44, IT07K-187-55, IT03K-337-6, IT07K-187-24, IT99K-499-35) sont résistantes au striga. Les variétés IT07K-187-24 et IT07K-291-89 ont retenu l'attention pour leurs meilleurs traits agromorphologiques et leur résistance au parasite. Ces variétés peuvent être considérées des sources de gènes de résistance au *Striga gesnerioides* pour l'amélioration variétale contribuant à l'accroissement de la production de niébé.

MOTS-CLEFS: niébé, caractéristique agronomique, variété résistante, *Striga gesnerioides*, infestation artificielle.

1 INTRODUCTION

Le striga, *Striga gesnerioides* Willd. (Tubiflorales, Orobanchaceae), constitue une grave menace pour la production du niébé en Afrique de l'ouest et centrale [1], [2]. Cinq races physiologiques de *S. gesnerioides* (*Sg1*, *Sg2*, *Sg3*, *Sg4* et *Sg5*) ont été identifiées par leur caractéristique de virulence dans les zones de culture du niébé à travers l'Afrique subsaharienne [3], [4]. Au Cameroun, seule la race physiologique *Sg5* (*Striga gesnerioides* type 5) de ce parasite a été identifiée et est à l'origine des dommages énormes au niébé en champ [5], [6]. L'ampleur des dégâts causés par cette plante parasite est croissante dans toutes les localités de production de cette légumineuse [7], [8]. Les pertes de rendement engendrées par ce parasite varient de 50 à 85% [9], [10]. Cette situation peut mener à l'abandon des champs infestés, voire à l'abandon complet d'exploitations et même du village [11]. Plusieurs méthodes existent pour lutter contre les plantes parasites qui s'attaquent aux cultures, notamment l'arrachage manuel des plants émergés, les rotations avec des faux-hôtes qui font germer les graines sans permettre l'attachement « trap crops » [12] la lutte biologique et chimique [13], [14]. Ces moyens de lutte inaccessibles aux paysans contribuent à l'aggravation de la prolifération du parasite et à la pollution de l'environnement [15]. L'utilisation de variétés résistantes, en combinaison avec des pratiques culturales appropriées constitue la stratégie la plus adéquate, la plus accessible, la plus simple, plus prometteuse et la plus économique de la lutte contre cet adventice [16], [17], [18]. Les variétés résistantes de niébé comme IT81D-994 ; 87-2 ; APL-1 ; B301 ; TN121-80 ; IT93K-693-2 ; Gorom ; 58-57 ; IT 82 K-849 déjà ont été identifiées [19]. Cependant, ces variétés de niébé ne présentent pas une résistance complète à toutes les races du parasite [20]. Des études génétiques avancées ont révélé que la résistance (tolérance) au *Striga gesnerioides* de génotypes de niébé est codée par un gène dupliqué dominant [20], [21], [22]. La détermination des lignées de niébé performantes et adaptées aux conditions pédoclimatiques ne résout pas en totalité les contraintes de l'amélioration de la production de cette légumineuse de choix, source de protéines des populations à faible revenu incapable de s'approvisionner en protéine d'origine animale [5]. La combinaison de la performance agro-morphologique à la résistance au *Striga gesnerioides* est une approche indispensable à l'augmentation de la production du niébé dans les zones agroécologiques de culture [15], [16]. La recherche des sources de gènes de résistance au *Striga gesnerioides* dans différentes variétés exotiques de niébé permettrait l'amélioration variétale du niébé par hybridation ou par transgénèse. Ces approches pourraient aboutir à l'accroissement du rendement de production de cette légumineuse de choix en Afrique subsaharienne.

La présente étude a été entreprise dans le but d'identifier les performances agronomiques et la résistance au *Striga gesnerioides* des variétés exotiques de niébé, afin d'envisager leur utilisation dans un programme d'amélioration variétale de niébé au Cameroun.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'expérimentation a été conduite en serre à l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Maroua, ville située à l'Extrême-Nord Cameroun dans la zone soudano-sahélienne, entre le 10^e et 12^e de latitude nord. Cette ville est caractérisée par une pluviométrie variant de 800 à 900 mm/an avec une température moyenne annuelle 35°C [23], [24].

2.2 ECHANTILLONNAGE VARIÉTAL

Trente-deux variétés exotiques de niébé ont été collectées au prêt des paysans dans la région de l'Extrême-Nord Cameroun. Ces cultivars testés sont de l'assortiment variétal nigérian, nigérien, burkinabé et une variété témoin, originaire du Cameroun (Vya-Niébé). Ces graines ont été prétraitées suivant la méthode décrite par [25]. Après triage et désinfection (48 heures à -20°C dans un congélateur) puis séchage au soleil pendant 2 heures, les grains ont été semés dans les pots. Les semences du *striga gesnerioïdes* utilisées ont été prélevées dans un champ paysan sévèrement infesté de la localité du Diamaré, Extrême-Nord-Cameroun, puis conservées au laboratoire dans les boîtes en verre à température ambiante jusqu'à usage.

2.3 EXPÉRIMENTATION

La méthode utilisée a été semblable à celle de [26]. Ainsi, des pots en plastique de 14,5 cm de diamètre et 17,5 cm de profondeur ont été utilisés. Chaque pot d'une capacité de trois litres contient de la terre prélevée sur une couche de surface étendue à une profondeur comprise entre 0-15 cm et mélangée à 75% du sable non stérilisé sans débris solides. Ce mélange a été inoculé artificiellement de façon uniforme avec 0,6g de graines de *Striga gesnerioïdes* correspondant à la quantité minimale de 10 000 graines produites par un pied touffu du parasite. Deux graines de chaque variété ont été semées dans chaque pot. Cet essai d'application a été réalisé sans fertilisation et dans un dispositif en blocs complets randomisé à raison de 5 répétitions. Les pots ont été placés sur un support en bois dans la serre et arrosé chaque jour. Les adventices autres que le *Striga* sont progressivement éliminés par arrachage.

2.4 ESTIMATION DE PARAMÈTRES

La détermination du taux de levée a été réalisée 7 jours après semis. La croissance des plants dans les pots a été estimée par dénombrement de feuilles et par mensuration de la hauteur des plants à 14, 21 et 28 jours après semis. La détermination de nombre de plants parasites apparus intervient au moment où le *striga* a émergé sur 10% de plants d'une variété dans les pots. Les taux de l'émergence de plants du *striga* à partir du jour de la première apparition à la surface et les taux d'infestation variétale du niébé ont été déterminés en concordant à la formule de [16]:

$$TES(\%) = \frac{\sum SEv}{NSE} \times 100$$
, avec TES : taux d'émergence du *striga* à un temps donné en pourcent, SEv : le nombre de plants du *striga* émergés d'une variété et NSE : total de plants du *striga* émergés de variétés.

$$TIS(\%) = \frac{\sum PISv}{NPIS} \times 100$$
, avec TIS : taux d'infection de plants d'une variété par le *striga* à un temps donné, PISv : somme de plants d'une variété infectés par *striga* et NPIS : le total de plants infectés par *striga* à un temps connu.

Les empreintes de bactériose, mycose, virose et des insectes sur les variétés en étude ont été caractérisées par une notation de leurs symptômes sur les feuillages à 21, 35 et 49 jours après semis [27]. Ces maladies ont été identifiées respectivement par le jaunissement, lésions, dessèchement de feuilles et tiges, la perforation de feuilles et fleurs selon le relevé chiffré de 1 à 5 de [28]. Les symptômes généraux d'infestation de plants par le *striga* définies pour la résistance sont le rabougrissement, jaunissement, défoliation précoce de feuilles, chute précoce de fleurs et la mort prématurée de la plante-hôte [29]. L'expérience a été arrêtée par calcul de nombre moyen du *striga* apparu dans les 5 répétitions à 77 jours après semis en submergeant chaque pot dans un seau d'eau de 25 l pendant environ 10 minutes et en lavant pour enlever la terre rattachée aux racines des plants de niébé. Les racines de chaque plant ont été séparées soigneusement et le nombre du *Striga* attaché à chaque plant a été compté, additionné au total émergés. La résistance a été caractérisée par la présence très peu ou non apparition de *striga* sur les plantes résistantes, par comparaison au témoin non infesté au *striga*.

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

Les résultats sont exprimés en termes de moyenne \pm écart type. La comparaison des moyennes est faite en utilisant le test-t de Student et l'analyse des variances (ANOVA) au seuil de signification 5% à l'aide du logiciel IBM/SPSS 20.0 pour Windows.

3 RÉSULTAT ET DISCUSSION

3.1 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE GRAINES DE VARIETES TESTEES

Les caractéristiques morphologiques de graines de variétés testées sont très diversifiées (Tableau 1). Trois couleurs tégumentaires ont caractérisé les différentes graines des variétés testées : blanc, marron et noir. Vingt quatre variétés à graines colorées en blanc, huit en marron et une seule (IT93K-503-2) en noire ont été enregistrées. Les graines blanches sont dues à l'absence de gène coloration, généralement dominant. [30] a démontré que la couleur de la graine est déterminée par le gène *C*, *general color factor*, dominant et associé aux gènes contrôlant les types de pigments (anthocyanine acide, anthocyanine basique et mélanine) dans les différentes couches du tégument. Dans l'ensemble, les graines de ces variétés sont multicolorées de manière non uniforme à leur surface, surtout dans la zone de l'œil autour du hile. Il a été distingué deux types de tégument des graines dans cette étude d'évaluation: tégument lisse et ridé. L'observation des marques morphologiques des graines et de taux de la levée plants dans les pots montre qu'il existe une corrélation entre les graines marron et d'aspect tégumentaire lisse d'une part, blanches et la nature tégumentaire ridée d'autre part au cours de cette activité biologique de variétés de niébé (Figure 1). La gamme de variétés testées renferme de graines blanches et ridées plus nombreuses par rapport aux graines marron et lisses moyennement représentées. Les variétés à graines noires et lisses sont faiblement enregistrées. La dominance des variétés à graines blanches et ridées (Figure 1) confirme les préférences et les habitudes alimentaires de consommateurs comme les critères de choix pouvant être retenu pour l'amélioration d'une variété de niébé. Dans cette même logique, [31] ont distingué en fonction de préférences de consommateurs deux classes majeures de graines: les graines marron à tégument lisse n'ayant pas des faveurs des consommateurs urbains et blanches à tégument ridé à forte appréciation pour leur cuisson rapide et meilleur goût pour les consommateurs.

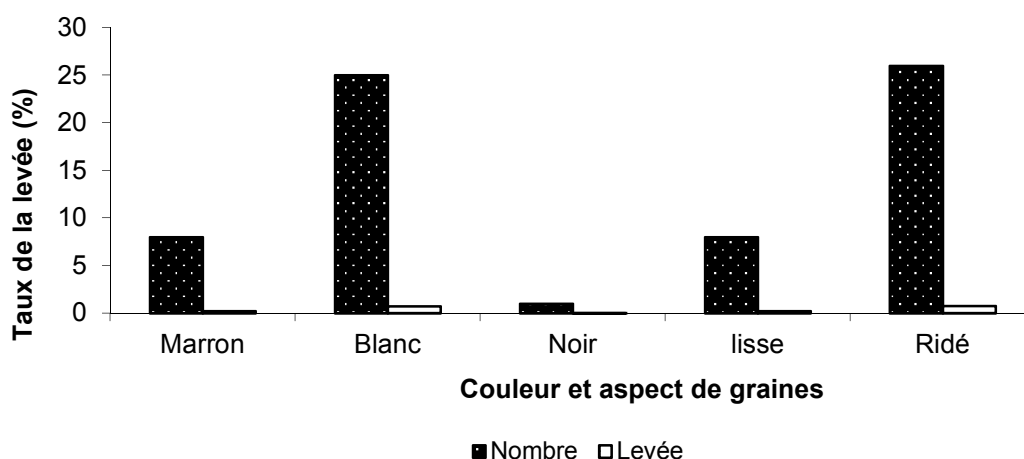


Figure 1. Corrélation entre la levée et l'aspect morphologique des graines

Le taux de levée des 33 variétés de niébé testés varie de 60 à 100 % (Tableau 1). Une seule variété, IT99K-499-35, a donné un taux de levée de 60 %. Deux variétés IT04K-227-4 et IT07K-187-24, une levée de 80% et quatre IT06K-281-1, IT07K-187-56, 05-FCV-46-CRSP et IT99K-216-44 ont levé de 90%. Par contre les vingt six autres restantes ont eu un taux de levée de 100 %. Les effets de *Striga gesnerioides* ne sont pas perceptibles sur la levée de plantes hôtes; le taux de levée moyen des variétés testées est de 96,36% à 7 jours après semis. Dans le même contexte, il a été observé et démontré que l'émergence et les manifestations du *Striga gesnerioides* sur le niébé nécessitent un temps moyen de 45 jours après semis [16]. En outre, ces résultats confirment ceux de [32], ils découvrent que l'émergence du *Striga gesnerioides* survient 4 à 5 semaines après la germination de graines (7 à 10 jours) dans le sous sol.

Tableau 1. Morphologie et taux de levée des graines de variétés testées

Géotypes	CGr	ATGr	TaL	Géotypes	CGr	ATGr	TaL
IT04K-227-4	marron	lisse+	80 ^a	06-Fcv-63-IAR-7	Blanc	ridé++	100 ^c
TVu-7778	marron tacheté	lisse++	100 ^c	IT06K-270	marron clair	lisse+	100 ^c
IT06K-281-1	blanc	ridé+	90 ^b	IT07K-187-24	blanc	ridé+	80 ^a
IT99K-499-35	blanc	ridé+	60 ^a	IT99K-216-44	Blanc	ridé+	90 ^b
IT93K-503-2	noir marron	lisse+	100 ^c	IT03K-337-6	marron foncé	lisse+++	100 ^c
IT07K-187-56	marron	lisse+	90 ^b	IT98K-216-44	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-147-2	blanc sale	ridé+	100 ^c	IT06K-154-1	Blanc	ridé+	100 ^c
IT07K-303-1	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-187-55	Blanc	ridé++	100 ^c
IT04K-339-1	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-194-3	blanc jaune	ridé+	100 ^c
IT987K-503-1	blanc jaune	ridé+	100 ^c	IT03K-378-4	Blanc	ridé+	100 ^c
IT07K-291-89	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-249-1-11	blanc jaune	ridé+	100 ^c
05-FCV-46-CRSP	blanc	ridé++	90 ^b	IT04K-321-2	blanc jaune	ridé+	100 ^c
IT07K-211-1-8	marron	lisse+++	100 ^c	IT06K-270-1	Blanc	ridé+	100 ^c
IT99K-494-6	marron clair	lisse+	100 ^c	IT90K-365/ Ghazal	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-91-11-1	blanc jaune	ridé++	100 ^c	TN-5-78	Marron	ridé+++	100 ^c
IT06K-123-1	blanc	ridé++	100 ^c	VYA (Check local)	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-108	blanc	ridé+	100 ^c				

Les moyennes en colonnes affectées de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5% pour la levée de plants (PPDS). + : ridé et non lisse, ++ : lisse et ridé, +++ : très lisse et non ridé, CGr: Couleur des graines, ATGr: Aspect de tégument de graines, TaL (%): Taux de levée de plants en pourcentage.

3.2 DEVELOPPEMENT DE PLANTES HOTES SOUS L'INFESTATION DU STRIGA

La durée de germination et le nombre de feuilles formées de variétés sont deux paramètres du développement des plantules. La durée de germination de graines des différentes variétés est en moyenne de 3 jours. Cette durée montre que les graines possèdent une courte période de levée et une dormance faible sous température moyenne de 35,5°C. Une étude réalisée par [33] a montré que la physiologie germinative de graines dans le système d'irrigation est accélérée par une température élevée du milieu. Aussi, qu'une gamme de température variant de 28 à 35° C abaisse la dormance des graines des légumineuses herbacées. En outre, la durée de germination des graines est la même aussi bien dans les milieux infestés de *striga* que dans le milieu témoins sans *striga*. Ceci montre que le *striga* n'affecte pas la germination des graines de niébé. Ces résultats sont en accord avec ceux de [32], qui ont également trouvé que la germination du *Striga gesnerioïdes* se déclenche en présence de substances chimiques spécifiques exsudées par les racines du niébé.

Par ailleurs, 21 jours après semis les plants ont en moyenne 5 feuilles (Tableau 2). La plus petite valeur (4,70) est enregistrée sur la variété IT99K-499-35 et la plus grande (6,20) avec IT04K-339-1. Le taux de développement de feuilles varie de 45 à 79,17 %. Par rapport à la valeur moyenne de taux du témoin (55,34%), treize variétés ont eu un taux de développement de feuilles supérieur à cette valeur. Par contre, les autres variétés ont cru en feuilles avec une valeur inférieure à la moyenne du témoin. Une croissance importante de feuilles du plant en phase végétative sous infestation du *striga* met en exergue a priori la résistance de ces variétés au parasite. Le taux de foliation élevé à trois semaines après semis présage une période d'émergence du *striga* supérieur à cette durée. Par ailleurs, ce taux a été évalué par [34], qui confirme que l'augmentation en nombre de feuilles de niébé est importante à partir de 45 jours après semis.

Tableau 2. Développement de feuilles des plants de variétés

Géotypes	TML	NMF, 21 JAS	TDF, 21JAS	TESg 77JAS	Géotypes	TML	NMF, 21 JAS	TDF, 21JAS	TESg
IT04K-227-4	03	5.25	65.62	++	06-Fcv-63-IAR-7	03	5.90	59.00	10,00
TVu-7778	03	5.50	55.00	59,09	IT06K-270	03	6.00	60.00	16,67
IT06K-281-1	03	5.40	60.00	89,28	IT07K-187-24	03	5.50	68.75	++
IT99K-499-35	03	4.75	79.17	++	IT99K-216-44	03	5.10	56.67	20,00
IT93K-503-2	03	5.00	50.00	80,64	IT03K-337-6	03	4.50	45.00	++
IT07K-187-56	04	5.50	61.11	50,00	IT98K-216-44	03	5.30	53.00	++
IT06K-147-2	04	5.10	51.00	50,00	IT06K-154-1	03	6.00	60.00	62,50
IT07K-303-1	04	5.00	50.00	64,28	IT07K-187-55	03	5.10	51.00	++
IT04K-339-1	03	6.20	62.00	80,00	IT07K-194-3	04	4.80	48.00	58,33
IT987K-503-1	03	5.20	52.00	++	IT03K-378-4	03	5.80	58.00	70,00
IT07K-291-89	03	5.70	57.00	++	IT07K-249-1-11	03	5.10	51.00	57,14
05-FCV-46-CRSP	03	5.50	61.11	01	IT04K-321-2	03	5.10	51.00	84,37
IT07K-211-1-8	03	5.20	52.00	33,33	IT06K-270-1	03	5.25	52.00	46,67
IT99K-494-6	03	4.90	49.00	++	IT90K-365/ Ghazal	03	4.70	47.00	++
IT06K-91-11-1	03	5.10	51.00	++	TN-5-78	03	5.30	53.00	33,33
IT06K-123-1	03	4.80	48.00	40,00	VYA (Check local)	03	5.40	54.00	80,00
IT06K-108	03	5.50	55.00	++	Moyennes	3,12	5,30	55,34	32,92
					SD	0,33	0,41	7,01	01,07
					CV (%)	0,32	0,40	6,91	0,49

Les moyennes en colonnes ne sont pas significativement comparatives entre elles au seuil de 5%, le Fisher théorique ($F_{th} = 1,69$) supérieur à Fisher calculé (0,62) pour le développement de feuilles sur plants de variétés. TML : temps mis pour la levée de plants, NMF : Nombre moyen de feuilles, TDF (%) : Taux de développement foliaire en pourcentage, TESg (%) : Taux d'émergence du Striga en pourcentage, ++ : absence d'émergence des plants du Striga

Il n'existe pas une différence significative des variétés dans le développement des feuilles au seuil de probabilité 5%, la valeur de Fisher théorique ($F_{th} = 1,69$) est supérieure à celle de Fisher pratique ($F_{cal} = 0,62$). La foliation à 21 jours après semis est très faible sur la variété IT03K-337-6 (moyenne 4,5) alors qu'elle est maximale avec la variété IT04K-339-1 (moyenne 6,2). Il n'existe pas de différence significative dans le développement foliaire de toutes les variétés et le témoin. Au-delà de 5 semaines les chloroses, rabougrissement de plants, les nécroses et diverses déformations causées par striga sont visibles sur la plante et les réactions du parasite sont reconnues à travers la croissance et la foliation. Les résultats similaires ont été obtenus par [16], qui trouvent que l'émergence et l'incidence du *Striga gesnerioides* sur le niébé sont enregistrées en moyenne six semaines après semis.

3.3 RESISTANCE AU STRIGA DES VARIETES A 77 JAS

La détermination de la résistance ou la sensibilité a été évaluée à 8 et à 11 semaines après semis (SAS). Pendant ces temps d'évaluations, on a observé une résistance partielle à la première séquence et fortement prononcée à la seconde période. Aucune présence du striga n'a été enregistrée sur 11 variétés à savoir IT04K-227-4, IT99K-499-35, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT07K-187-24, IT03K-337-6, IT98K-216-44 et IT07K-187-55. On note par contre une apparition de striga sur les 22 autres variétés exotiques testées. Par le modèle d'estimation des plants émergence de [35], on peut confirmer que la présence des plants du parasite est régulée par le facteur intrinsèque de la variété. Les taux d'émergence du parasite enregistrés sur ces variétés de niébé varient de 0 à 89,27 % (Tableau 3). A l'issue de cette évaluation de la résistance et de taux d'apparition du striga, il ressort que les variétés exotiques sont classées dans quatre groupes variétaux du niébé (Tableau 3). Il s'agit de variétés résistantes complètes indiquées par la non apparition des plants de *striga*, les variétés tolérantes et résistantes dont le taux d'apparition de plants parasite varie de 1-20 %, les variétés moyennement résistantes (un taux supérieur à 20% et inférieur à 50%) et les variétés sensibles, plus de 50%. On n'a constaté que les variétés tolérantes et résistantes font émerger les plants parasites à 21 jours après semis et se sèchent pendant les phases de la floraison et de la maturation de variétés testées. Ceci, explique l'absence d'influence des effets du striga sur la productivité de certaines variétés de niébé. Dans le même contexte, il semble avoir une barrière physiologique à la pénétration de la racine de l'hôte par le *S. gesnerioides*. Ces résultats ont été obtenus par [32]; ils ont montré, grâce à un système de

croissance in vitro, que la résistance du niébé au striga est associée à la nécrose des cellules de l'hôte autour du point d'entrée du parasite. Ainsi, il se produit un noircissement de la radicule du *S. gesnerioides* de 3 à 4 jours après la pénétration révélant la mort du parasite.

Tableau 3. Comportement des variétés exotiques vis-à-vis du *Striga gesnerioides*

Variétés exotiques de niébé	Taux de résistance au striga à 77 JAS	Classification	Caractéristiques de la résistance des groupes
IT04K-227-4 ; IT99K-499-35 IT98K-503-1; IT07K-291-89; IT99K-494-6 ; IT06K-91-11-1; IT06K-108; IT98K-216-44 ; IT07K-187-55 ; IT03K-337-6; IT07K-187-24	Le taux d'émergence est nul (%).	Groupe1 : Variétés résistantes complète	Absence complète apparition de plants de Striga, pas de symptômes de Striga sur les plants de niébé
05-Fcv-46-CRSP; 06-Fcv-63-IAR-7; IT06K-270; IT99K-216-44; IT09K-365/Ghazal	Le taux d'émergence varie de 1-20%	Groupe2 : Variétés résistantes tolérantes	Présence du Striga à 21 JAS, dessèchement précoces de plants du parasite, légère présence de symptômes du Striga
IT07K-211-1-8 ; IT06K-123-1; IT06K-270-1; TN-5-78 ; IT07K-187-56 ; IT06K-147-2	Le taux d'émergence varie de 21-50%	Groupe3 : Variétés résistantes moyennes	Augmentation progressive et légère d'apparition de Striga, visibilité exacte des symptômes du parasite sur les plants de niébé, perte en rendement probable.
TVu-7778 ; IT06K-281-1 ; IT93K-503-2 ; IT04K-339-1 ; IT06K-154-1 ; IT07K-194-3; IT03K-378-4; IT07K-249-1-11 IT04K-321-2; IT07K-303-1; VYA (Check local)	Le taux d'émergence supérieur à 50 %	Groupe4 : Variétés résistantes incomplètes ou sensibles	Augmentation exponentielle du striga durant l'essai, l'attaque de plants de niébé très accentuée avec les taux de dégâts pouvant atteindre 80 %.

Ces mêmes résultats ont été observés par [36] dans une étude similaire dans une zone à agroécologie semblable au Sénégal.

Des observations effectuées pour la compréhension de l'état sanitaire des plants de variétés pendant la période de l'essai, ont montré la présence des maladies d'origine bactérienne, virale et fongique sur les variétés de niébé testées pour la résistance au *Striga gesnerioides*. Des études antérieures seraient indispensables pour comprendre l'interaction *Striga gesnerioides* et les maladies du niébé.

4 CONCLUSION

Le criblage des variétés de niébé résistantes au striga (*Striga gesnerioides*) en milieu contrôlé est suffisamment simple pour une mise au point de banque de gènes de résistance. La réaction de 33 variétés de niébé vis-à-vis de cet adventice parasite a permis de dégager 11 variétés phénotypiquement résistantes. Au milieu d'elles, les variétés (IT07K-187-24 et IT07K-291-89) des graines de couleur blanches ont été résistantes avec une croissance et un développement rapide et adoptables par la population. Par ailleurs, les variétés IT98K-503-1, IT99K-494-6, IT06K-108, IT98K-216-44, IT03K-337-6 et IT07K-187-55 ont été résistantes, mais une croissance rapide et un développement retardé. Enfin, les variétés IT99K-495-35 et IT04K-227-4 résistantes avec une croissance ralentie et un développement accéléré. Une seule variété résistante à la fois aux *Striga gesnerioides* et maladies fongiques, qui soit agronomiquement acceptable est IT99K-499-35, mais il est sensible aux agents pathogènes viraux et bactériens. Cette étude d'évaluation des variétés a permis la détermination des variétés résistantes susceptibles d'élargir la base des données génétiques et par conséquent, d'améliorer les variétés existantes qui sont sensibles au *Striga gesnerioides* par des hybridations simples suivies de rétrocroisements. Il est donc indispensable d'étendre l'étude sur la nature de la résistance et les facteurs moléculaires qui la contrôlent. Une telle étude pourrait déboucher sur un marquage moléculaire permettant un criblage rapide pour la résistance à *Striga gesnerioides*, ce qui contribuerait au bon fonctionnement des programmes d'amélioration variétale et d'accélérer le processus de production en quantité de cette légumineuse de choix en Afrique subsaharienne.

REFERENCES

- [1] A.T. Asare, I.K.A. Galyuon, F.K. Padi, E.P. Otwe and J.F.Takrama, "Responses of recombinant inbred lines of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] to *Striga gesnerioides* infestation in Ghana," *Proceedings*, pp. 503-513, 2013.
- [2] D.K. Berner, J.G. Kling et B.B. Singh, « Activités de recherche et de lutte contre le Striga : une perspective africaine, » *La recherche à l'IITA*, no. 13, pp. 15-21, 1997.
- [3] J.A. Lane, T.H.M. Moore, D.V. Child et J.A. Bailey, Variation in virulence of *Striga gesnerioides* on cowpea: new sources of crop resistance, In: B.B. Singh, D.R. Mohan Raj, K.E. Dashiell et L.E.N. Jackai (Éds). *Advances in cowpea research: Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria*, pp. 225-230, 1997.
- [4] C.J. Botanga and M.P Timko, "Phenetic relationships among different races of *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke from West Africa," *Genome*, no. 49, pp. 1351-1365, 2006.
- [5] B. Magen, Crawford E. et Maredia M., Impact économique des investissements du CRSP sur le développement et la diffusion des variétés améliorées de niébé : Nouvelles évidences du Sénégal, In: *Dry grain pulses collaborative research support program*, no. 4, pp. 1- 4, 2013.
- [6] J.A. Lane, I.H.M. Moore, D.V.Child, K.F., Cardwell, B.B Singh. et J.A. Bailey, Virulence characteristics of a new race of the parasitic angiosperm *Striga gesnerioides* from southern Benin on cowpea. *Euphytica*, no. 72, pp. 183-188, 1996.
- [7] B.B. Singh, A.M. Emechebe « la sélection pour la résistance au Striga et à l'Alectra chez le niébé. *La recherche à l'IITA*, no.4, pp. 5-8, 1992.
- [8] I.D.K. Atokple, B.B. Singh et A.M. Emechebe, "Transmission, au génotype B-301 de niébé, d'un gène indépendant de résistance au Striga et à l'Alectra, *La recherche à l'IITA*, no. 11, pp.16-21, 1995.
- [9] A.S. Langyintuo, J. Lowemberg-Deboer, M. Faye, D. Lambert, G. Ibro, B. Moussa, A. Kergna, S. Kushwaha, S. Musa. and G. Ntoukam, "Cowpea supply and demand in West and Central Africa," *Field Crops Research*, no.82, pp. 2215-2231, 2003.
- [10] G. Sallé, Des vampires chez les plantes, en guerre contre les plantes parasites, *Bulles de sciences*, pp.237, 2002.
- [11] P. Thalouarn et A. Fer, le Striga, un ravageur de cultures vivrières: le point sur les connaissances récentes et sur les méthodes de lutte, *Cahiers Agricultures*, no.2: 167-182, 1993.
- [12] P.V. Vissoh, G. Gbèhounou, A. Ahanchédé, N.G. Röling et T.W. Kuyper "Evaluation of integrated crop management strategies employed to cope with *Striga* infestation in permanent land use systems in southern Benin," *International Journal of Pest Management*, vol.3, no. 54, pp.197-206, 2008.
- [13] H. De Groote, L. Wangare, F.Kanampiu, M. Odendo, A. Diallo, H. Karaya et D. Friesen, "The potential of a herbicide resistant maize technology for *Striga* control in Africa" *Agricultural Systems*, no.97, pp. 83-94, 2008.
- [14] E. Zahran, J. Sauerborn, A.A. Elmagid, A.A. Abbasher and D. Müller-Stöver, "Granular formulations and seed coating: delivery options for two fungal biological control agents of *Striga hermonthica*", *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 4, no. 115, pp.178-185, 2008.
- [15] Touré M., la résistance génétique du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) à deux biotypes de *Striga gesnerioides* (Willd) Vatke. Thèse de doctorat, Département de phytologie, Université Laval, Québec, Canada. pp. 206, 1992.
- [16] V.D. Aggarwal et J.T. Ouédraogo, "Estimation of cowpea yield loss from striga infestation," *Tropical Agriculture*, no. 66, pp. 91-92, 1989.
- [17] C. Tonessia, M. Wade, N. Cissé et S. Aké Caractérisation de *Strigagesnerioides* (Willd.) Vatke du Sénégal : réactions de plusieurs cultivars de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], *Journal of Applied Biosciences*, no. 24, pp. 1462-1476, 2009.
- [18] J. T. Ouédraogo, M. Sawadogo, J-B Tignegre, I. Drabo et D. Balma, Caractérisation agro-morphologique et moléculaire de cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Burkina Faso, » *Cameroon Journal of Experimental Biology*, no. 6, vol. 1, pp. 31-40, 2010.
- [19] J.A. Lane, D.V Child., G.C. Reiss, V. Entcheva et J.A. Bailey, "Crop resistance to parasitic plant" *The Gene-for-gene relationship in plant-parasite interaction*, CAB, Wallingford, UK, pp. 81-87, 2009.
- [20] K.I., Mohamed, J.F. Bolin, L.J. Musselman and A.T. Peterson, "Genetic diversity of striga and implications for control and modeling future distributions", *World scientific*, pp. 71-84, 2007.
- [21] V.D.,Aggarwal, "Research on cowpea striga resistance at IITA in combatting striga in Africa, Ibadan, Nigeria," pp. 90-95, 1991.
- [22] Singh B.B., A.M. Emechebe et I. D. K Atople., Inheritance of Alectra resistance in cowpea genotype B-301, *Crops Science* 33: 70-72. 1993.
- [23] IRAD, Contribution de la recherche à l'amélioration de la production et la consommation des légumineuses alimentaires au Cameroun. C2D/Programme d'appui à la recherche agronomique, *Projet 6 : Légumineuses*, pp. 1-25, 2013
- [24] IRAD, Rapport de synthèse du diagnostic discontinue de base de la zone soudano-sahélienne, pp. 52, 2006.

- [25] B.B. Koubala, T.A.P. Miafo, B. Djilé, A.G.S. Kamda and G. Kansci, "évaluation of insecticide properties of ethanolic extract from *Balanites aegyptiaca*, *Melia azedarach* and *Ocimum gratissimum* leaves on *Callosobruchus maculatus* (Coleptera: Bruchidae)," *Asian J. Agr. Sci.*, vol. 5, no. 5, pp. 93-101, 2013.
- [26] Z. Ambang, B. Ndong, D. Amayana, B. Djilé, J-P. Ngoh, G.M. Chewachong, "Combined effect of host plant resistance and insecticide application on the development of cowpea viral disease," *Australian Journal of Crop Science*, vol.3, no.3, pp.167-172, 2009.
- [27] D. Harahagazwe, J. Vermeulen and A. Niyomvo, Evolution d'un germoplasme européen de pomme de terre dans les conditions écologiques du Burundi, *Institut des Sciences Agronomiques de Burundi*, pp. 8, 1998.
- [28] M.-P. Dubé, Etude de la diversité génétique au sein des génomes nucléaire et chloroplastique chez les cinq races connues du *Striga gesnerioides*, une plante parasite d'importance mondiale, thèse de Doctorat en biologie végétale, pp.150, 2009.
- [29] R.L. Fery, The genetics of cowpea: a review of the world literature in cowpea research, production and utilization, pp. 25-62, 1985.
- [30] R.S. Pasquet et M. Fotso, Répartition des cultivars de niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. du Cameroun : influence du milieu et des facteurs humains, *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, nouvelle série*, no.36, vol. 2, pp. 93-143, 1994.
- [31] M-P. Dubé et A. Olivier, Le *Striga gesnerioides* et son hôte, niébé : interactions et méthodes de lutte. *Canada Journal Botanique*, no. 79, pp. 1225-1240, 2012.
- [32] R.S. Pasquet et J-P. Baudoin, Cowpea, *Tropical Plant Breeding*. CIRAD, Paris, pp. 177-198, 1997.
- [33] J.A. Landéo, M. Castélo and G. Forbes, "Screening for horizontal resistance to late blight in population," *Specialized technology document*, pp.11, 1997.
- [34] A. Diaga, W. Moctar et M.M. Cheikh, Criblage du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pour la résistance au *Striga gesnerioides*, pp.40, 1999.

L'autonomie de la volonté en droit international privé québécois

[Autonomy of the will in Quebec private international law]

Kamal Yassine and Rajaa Naji

Département du droit privé,
Université Mohammed V de Rabat,
Rabat, Maroc

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

ABSTRACT: The relationship between the western private international law and the institutions of the Islamic law constitutes a marked out course of tensions and more than one half-century of jurisprudence did not succeed in alleviating them. The study of the relations of the private international law deprived between the Muslim legal systems and the Quebec legal system illustrates the difficulties between the systems when the involved civilizations appear very different. Consequently, the great difference between the Muslim civilization and the Quebec civilization invite to seek a better coordination between these legal systems in order to achieve the objectives of private international law. In this research, one can only deplore the existence of two designs which are opposed today in the relations of the Muslim legal system: that of the laic right and that of the religious right. It is indeed the main obstacle to the reception of the Muslim personal status in Quebec. By analyzing this last point of the reception of the institutions of the Islamic right in Quebec it proved that the Quebec law enjoys a supremacy compared to the foreign law as regards personal status of the Muslims established in Quebec. This is explained by the desire to protect the cohesion of the national legal system. However, can this concern go until blaming the international harmony of the solutions? In Muslim countries, the private international law situation is not better than that of Quebec. Despite the creation of states in the modern sense of the term and the adoption of the Nationality factor, the private international law of Muslim countries remains always a system of privileges. The practice reveals that the solutions adopted today are still captive of the privilege of religion and the privilege of nationality. However, we are persuaded that the reasoning adopted by the two legal orders can only aggravate the problems of the private international law raised by the presence of a Muslim community in Quebec and in no case reconcile the goals of the private international law. Such a statement has prompted us to look for other solutions that can replace the classical method. Several solutions have been proposed including autonomy of the will. The solution proposed by J.Yves Carlier, to replace the bilateral conflict rule (considered to be inadequate) has certain advantages. However, his confrontation with the practice and its evaluation under the angle of the objectives of the private international law reveal the insufficiency of this solution. It appears inadequate to solve the problems of personal status of the immigrant Muslims in Quebec. It can provide a solution only if all the legal orders accept it. On the contrary, the problem persists when the States are not ready to accept the option of the law in the imperative matters of the family law.

KEYWORDS: Personal status, Muslims, conflict of norms, secular law, religious law, coordination, the law option.

RÉSUMÉ: Les rapports entre le droit international privé occidental et les institutions du droit musulman constituent un parcours jalonné de tensions et plus d'un demi-siècle de jurisprudence n'a pas réussi les apaiser. L'étude des relations du droit international privé entre les systèmes juridiques musulmans et le système juridique québécois illustre les difficultés entre les systèmes lorsque les civilisations en présence se révèlent très différentes. Par conséquent, la grande différence entre la civilisation musulmane et la civilisation québécoise invite à chercher une meilleure coordination entre ces systèmes juridiques dans le but de réaliser les objectifs du droit international privé. Dans cette recherche, on ne peut que déplorer

l'existence de deux conceptions qui s'opposent aujourd'hui dans les relations du système juridique musulman: celui du droit laïc et celui du droit religieux. Il s'agit en effet du principal obstacle à la réception du statut personnel musulman au Québec. En analysant ce dernier point de la réception des institutions du droit islamique au Québec il s'est avéré que le droit québécois jouit d'une suprématie par rapport au droit étranger en matière de statut personnel des musulmans établis au Québec. Cela s'explique par le souci de protéger la cohésion du système juridique interne. Toutefois, cette préoccupation peut-elle aller jusqu'à mettre en cause l'harmonie internationale des solutions ? Dans les pays musulman, la situation du DIP n'est pas meilleure que celle du Québec. Malgré la création des États au sens moderne du terme et l'adoption du facteur de rattachement de la nationalité, le DIP des pays musulmans reste toujours un système de privilèges. La pratique révèle que les solutions adoptées aujourd'hui sont encore prisonnières du privilège de religion et du privilège de nationalité. Or, nous sommes persuadés que le raisonnement adopté par les deux ordres juridiques ne peut qu'aggraver les problèmes du DIP suscités par la présence d'une communauté musulmane au Québec et ne peut en aucun cas concilier les objectifs du DIP. Une telle affirmation nous a poussés à chercher d'autres solutions qui peuvent se substituer à la méthode classique. Plusieurs solutions ont été proposées y compris l'autonomie de la volonté. Cette solution proposée par J.Yves Carlier, pour se substituer à la règle de conflit bilatérale (jugée inadéquate) présente certains avantages. Toutefois, sa confrontation à la pratique et son évaluation sous l'angle des objectifs du DIP révèlent l'insuffisance de cette solution. Elle paraît inadéquate pour résoudre les problèmes de statut personnel des musulmans immigrés au Québec. Elle ne peut fournir une solution que si tous les ordres juridiques l'acceptent. Au contraire, le problème persiste quand les États ne sont pas prêts à accepter l'option du droit dans les matières impératives du droit de la famille.

MOTS-CLEFS: Statut personnel, musulmans, conflit de normes, droit laïc, droit religieux, coordination, option du droit.

1 INTRODUCTION

Les règles du droit international privé québécois régissant le statut personnel musulman témoignent de l'insuffisance de la règle de conflit. Cette insuffisance se manifeste dans l'incapacité de celle-ci à soulever les défis issus de la présence d'une communauté musulmane sur le territoire québécois. Quelles sont donc les nouvelles perspectives ? Y a-t-il d'autres solutions pouvant concilier le système juridique québécois et le système juridique des pays musulmans ? Si on arrive à cette conciliation, peut-on, par conséquent, réaliser la stabilité de la communauté musulmane sans briser la cohésion fondamentale de la société québécoise ? L'autonomie de la volonté a été proposée en Europe pour résoudre les problèmes que présente le statut personnel musulman dans les pays européens. L'option du droit se définit comme « le choix entre deux ou plusieurs législations désignées par des rattachements objectifs » [1]. La spécificité de l'autonomie de la volonté en droit international privé est de permettre aux individus le choix d'un droit applicable à un rapport qui présente un élément d'extranéité. L'expression vient du moyen âge dans les régions connaissant des conflits interpersonnels comme l'Afrique. L'option du droit permet le choix entre le droit coutumier et le droit écrit [1]. La technique de l'option du droit ou l'autonomie de la volonté a été également utilisée par les systèmes coloniaux (surtout la France et la grande Bretagne) de façon unilatérale pour permettre l'option du droit de la métropole et non l'inverse. Des auteurs contemporains envisagent à peu près la même technique en proposant l'application de la *lex fori* (la loi du for) à défaut d'option en faveur d'un autre droit. Grâce à l'opposition habituelle entre la résidence habituelle et la nationalité, ce sont les lois désignées par ces deux facteurs qui sont généralement retenues comme possibles dans l'option de droit. Ce qui est visé c'est d'une part le pays d'accueil, d'autre part le pays d'origine. Le principe de l'autonomie de la volonté a été proposé par le belge Jean Yves Carlier comme une solution aux problèmes de statut personnel de la communauté musulmane établie en Occident [1].

À l'exception des cas où la loi choisie le permet, l'autonomie de la volonté n'a pas pour rôle de permettre aux époux de déterminer contractuellement quelles seront leurs obligations réciproques durant le mariage ou les modalités de mettre fin à leur relation conjugale. Elle a pour rôle de permettre la désignation de la loi applicable à tout ou partie de leur statut personnel. Elle se présente sous forme d'une solution médiane qui permet donc de concilier entre la loi nationale de l'immigrant qui cherche à conserver les valeurs et la culture du pays d'origine et la loi de sa résidence habituelle qui ignore ces valeurs et cette culture. En tant que facteur de rattachement, l'autonomie de la volonté se réalise en deux phases : la première phase internationale permet aux parties au litige de choisir entre la loi nationale et la loi de la résidence habituelle. Ce choix se fait lors de la conclusion du mariage. À défaut de ce choix, on applique la loi de la résidence habituelle (*lex fori*) en tant que règle de conflit subsidiaire. La deuxième phase interne, peu réalisable, permet la liberté contractuelle en offrant la possibilité d'ajouter des dispositions si la loi choisie le permet [2]. Pour comprendre la théorie de l'autonomie de la volonté, Jean Yves Carlier a donné l'exemple du schéma suivant : L'image de la boussole comme principe de proximité et de l'aimant comme autonomie de la volonté. La flèche de la boussole indique en principe le nord comme ordre juridique dont la loi est applicable. L'aimant (volonté en possession de la personne) permet de dévier la direction de la flèche, de désigner une

autre loi applicable ; l'aimant ne pourra dévier la flèche à l'infini car l'ordre public ou les règles d'application nécessaires impose leur prédominance. Toutefois, l'aimant peut jouer son rôle, dévier à l'infini et perdre la direction du nord au cas où la matière objet du choix ne serait pas d'ordre public.

L'application de l'autonomie de la volonté dans les matières du statut personnel est fondée sur des aspects sociologiques, sur l'élément privé et sur des aspects du droit international privé : L'élément étranger est opposé au national, l'élément privé est opposé au public. Ces deux éléments éclairent bien l'aspect sociologique du statut personnel et de l'autonomie de la volonté. En ce qui concerne l'élément privé, l'importance accordée à l'individu dans les analyses sociologiques et politiques contemporaines est certaine. La religion (domaine privé) est un facteur d'identification important pour la communauté musulmane immigrées en Occident [1], étant parfois la seule chose qui lui appartienne vraiment. Il ne faut pas perdre de vue cette réalité sociale nouvelle qu'est la présence de cette minorité musulmane en Europe. Selon le professeur Jean Yves Carlier, la prise en charge de cette réalité sera facilitée par la mise en œuvre de moyens de nature à permettre, écouter et à réaliser la volonté exprimée par les intéressés eux-mêmes [1]

Théoriquement, rien n'empêche l'utilisation de l'autonomie de la volonté en matière de statut personnel (domaine privé) tant que celle-ci ne met pas en cause l'intérêt général. En ce qui concerne les aspects du droit international privé Il s'agit là des objectifs du droit international privé. Comme le soulignent Wengler et Yntema, le droit international privé a un objectif central: permettre de rendre justice et favoriser les relations transfrontières dans le respect des personnes et des ordres juridiques existants. [3] Le droit international privé doit donc intervenir dans le respect des auteurs en présence, à savoir les parties au litige et les systèmes juridiques intéressés à ce litige. Il s'agit de la force exécutoire du jugement. Cette dernière sera déterminée en fonction de l'adhésion des parties au litige aux principes mis en œuvre par le juge saisi de ce litige. D'après Jean Yves Carlier, l'adhésion au jugement peut être renforcée par la désignation par les intéressés du droit qui leur est applicable. En acceptant de soumettre leurs relations personnelles à un droit, les parties prennent l'engagement d'y adhérer [1] Les parties doivent pouvoir prévoir la loi qui leur sera appliquée en cas de litige. Ce principe de prévisibilité, qui a été un des arguments clés en faveur de l'autonomie de la volonté des parties dans les matières contractuelles, est également de nature à favoriser l'adhésion des parties au système judiciaire et à renforcer le principe de justice effective.

En doctrine, plusieurs auteurs ont proposé l'extension du principe d'autonomie de la volonté aux matières de statut personnel. Nous devons la formule pour caractériser le fondement de l'autonomie de la volonté des parties en DIP à Pasqual Mancini. Selon lui, l'action du pouvoir s'arrête là où elle rencontre la liberté inoffensive et dès lors légitime des particuliers. En conséquence, l'autorité sociale ne peut, sans commettre un injuste excès, envahir la sphère inaccessible et inviolable dans laquelle se répand et s'exerce cette liberté inoffensive [4].

Avant de confronter la théorie d'autonomie de la volonté à la pratique ainsi que son évaluation, il nous semble utile de traiter d'abord le fondement de cette théorie dans la sphère québécoise.

2 RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 LE FONDEMENT DE L'AUTONOMIE DE LA VOLONTE EN DROIT QUEBECOIS

En droit québécois, l'autonomie de la volonté est fondée sur les concepts suivants : les droits de l'homme, la philosophie postmoderne, les rapports mixtes et la dualité des facteurs de rattachement.

2.1.1 LES DROITS DE L'HOMME

Le fondement de l'autonomie de la volonté reste la liberté de l'individu reconnue par les diverses chartes et déclarations qui énoncent les droits fondamentaux de l'homme.

- La déclaration universelle des droits de l'homme dans son article 18.
- La charte canadienne des droits et libertés dans son article 2.
- La charte québécoise des droits et libertés dans son article 3.

Le droit à la pleine expression de la personnalité comprend également la sphère du statut personnel. Le libre choix de la loi applicable au statut personnel n'est pas seulement un facteur objectif localisateur auquel les États attribuent un rôle primordial pour la détermination de la loi applicable. Il s'agit aujourd'hui d'un principe fondé sur les droits de l'homme [4].

Sur le plan international, l'institut du droit international a adopté lors de sa session de Bâle de 1991 une résolution concernant l'autonomie de la volonté des parties dans les contrats internationaux entre personnes privées. L'article 2 paragraphe 1 de cette résolution prévoit que : « les parties ont le libre choix de la loi applicable à leur contrat..... ». Le

fondement de cette autonomie, selon le préambule de la résolution, reste la liberté de l'individu reconnu par les divers chartes et déclarations qui énoncent les droits fondamentaux de l'homme.

Comme le prétend le professeur Erik Jayme si l'on accepte ce fondement, l'autonomie ne concerne pas seulement les contrats mais aussi les actes juridiques concernant les questions personnelles comme le mariage, testament....etc. [4].

D'après Charles Taylor, la reconnaissance consiste fondamentalement à respecter la capacité de chacun à prendre une part active dans le processus qui détermine les conditions de sa propre vie [5]. Le libre choix de la loi applicable en DIP se recoupe avec les idées de Charles Taylor dans la mesure où les individus auront la capacité de prendre une part active dans le processus juridique qui s'applique à leur jardin (le statut personnel). En outre, ce qui est en jeu en matière de l'autonomie de la volonté, c'est le droit de la liberté qui fait partie des droits de l'homme. Cette liberté n'est plus pensée seulement comme protection face aux empiètements possibles mais comme le pouvoir, garanti par la loi, de prendre part au processus juridique surtout dans les matières qui touchent de près comme le statut personnel. Sous la plume de l'espagnol Daniel Innerarity « la responsabilité des États ne se limite pas à garantir les libertés personnelles dans les textes relatifs aux droits de l'homme, elle doit donner au citoyen le pouvoir de configurer les lois qui protègent sa liberté » [6].

Peut-on qualifier le principe de l'autonomie de la volonté sous la rubrique de la liberté de religion ? Si l'on accepte une telle interprétation, quels sont les éléments constitutifs de la liberté de religion ?

Dans R. c Big M. Drug Mart [7] le juge Dickson a reconnu que la liberté de religion possède deux composantes. En premier lieu, une liberté positive et négative d'exercice de la religion. En second lieu la neutralité de l'État en matière religieuse.

Le contenu positif de la liberté de religion correspond à la liberté d'avoir des croyances religieuses et de les manifester par leur mise en pratique. Alors que le contenu négatif, celui qui nous intéresse, correspond au droit de ne pas être forcé directement ou indirectement d'agir contrairement à ses croyances ou à sa conscience. Le fait de ne pas permettre aux individus étrangers de choisir la loi conciliable avec les règles de leur propre religion nous semble correspondre à forcer indirectement ces individus à accepter la loi du pays d'accueil et à agir contrairement à leurs croyances ou leur conscience. De plus lorsque l'État du for applique la loi du domicile fondée sur les principes du christianisme semble mettre en cause la neutralité de l'État en matière religieuse.

Cependant, cette thèse est loin d'être majoritaire. Prenant pour acquis l'autonomie de la volonté est fondée sur le droit de la liberté de religion. Que se passe-t-il si ce droit de la liberté de religion se contredit avec d'autres droits fondamentaux : Le principe d'égalité des époux, le droit à la succession, le droit au mariage, le droit à la défense.... etc.

L'autonomie de la volonté est donc restreinte par d'autres droit fondamentaux qui peuvent varier dans les systèmes juridiques différents. À titre d'exemple, l'autonomie de la volonté trouve une limite importante en matière de succession. L'exemple se trouve dans le droit international privé du Québec. L'article 3099 al.1 du C.c.Q énonce que : « la désignation d'une loi applicable à la succession est sans effet dans la mesure où la loi désignée prive, dans une proportion importante, l'époux ou le conjoint uni civilement ou un enfant du défunt d'un droit de nature successorale auquel il aurait eu droit en l'absence d'une telle désignation ».

La loi d'autonomie n'a pas donc le dernier mot même dans le cas où l'on accepte que le fondement de cette autonomie reste la liberté de l'individu reconnu par les chartes et déclarations qui énoncent les droits de l'homme.

Cette liberté de l'individu n'est pas illimitée puisque l'article 29 paragraphe 1 de la déclaration universelle des droits de l'homme du 10 décembre 1948 précise que " l'individu a des devoirs envers la communauté dans laquelle seul le libre et plein développement de sa personnalité est possible". Cela signifie que la légitimation de l'autonomie de la volonté des parties est donc la liberté des individus dans leurs affaires personnelles et familiales reconnues par l'État.

2.1.2 LA PHILOSOPHIE POSTMODERNE

Le statut personnel était autrefois considéré comme une forteresse de l'ordre public où la liberté individuelle ne pourrait pratiquement jouer aucun rôle, tandis qu'en droit postmoderne, à l'exception de certaines matières tel que le patrimoine familial du droit québécois est une question d'ordre public. , l'idée est en train de céder la place à une nouvelle philosophie qui vise un équilibre entre la liberté de l'individu de choisir la loi applicable et la protection nécessaire par l'État des personnes dites faibles.

Même si depuis 1980 le droit de la famille québécois s'est grandement impérativisé, pourtant en droit québécois postmoderne, il y a une place à l'autonomie de la volonté, cela nous mène à citer par exemple, l'union civile, la médiation, les ententes homologuées en matière de garde, l'arbitrageetc.

En droit comparé, la loi sur l'arbitrage de l'Ontario [8] par exemple, a permis aux parties de régler les différends en dehors du système judiciaire traditionnel pour quelque temps. Il s'agit là d'une forme de règlement extrajudiciaire des différends par lequel les gens reçoivent une alternative volontaire qui leur permet de régler leurs différends par un arbitre accepté par les deux parties [9]. En fait, l'idée de permettre aux parties privées de faire résoudre leurs différends par un arbitre en utilisant un système juridique étranger n'est pas nouveau. La loi sur l'arbitrage de l'Ontario a permis aux parties de résoudre leurs litiges en dehors du système judiciaire traditionnel pour quelque temps. D'autres groupes religieux à savoir la communauté juive a créé des tribunaux d'arbitrages juifs, afin de résoudre les affaires civiles entre personnes en utilisant la Loi sur l'arbitrage. Certains de ces tribunaux ont été établis dans les régions du Canada depuis 1982, ce qui a créé un précédent pour la communauté musulmane.

Monsieur Rigaux a récemment observé que la loi de l'autonomie est une méthode significative dans la perspective du pluralisme juridique : les parties insèrent leur convention dans l'ordre juridique qu'ils ont librement choisi. Ainsi, la volonté des parties constitue un point de référence absolu de nature à vaincre la diversité des législations"[10]

Le droit postmoderne est également marqué par le multiculturalisme qui constitue un fondement de l'autonomie de la volonté en droit québécois. Avant d'étayer cette question du multiculturalisme permettez-nous d'abord de distinguer deux conceptions du multiculturalisme. Nous les nommerons respectivement le multiculturalisme libéral et le multiculturalisme postmoderne.

Le multiculturalisme libéral sous-tend des principes fondamentaux de la modernité qui ont encadré l'élaboration du libéralisme, tels que l'universalisme, la séparation de l'État et de l'église, la primauté de la raison sur les traditions et l'objectivité. Alors que le multiculturalisme postmoderne trouve ses origines dans d'autres principes tels que le pluralisme juridique, le relativisme, le maintien, la valorisation et l'épanouissement des identités sociales de chaque groupe social indépendamment de toute forme d'oppression [11].

Les multiculturalistes postmodernes remettent en question un des principes libéraux fondamentaux, en substituant aux droits individuels ceux des groupes qui se définissent essentiellement en termes de race, d'appartenance ethnique, religieuse....etc.

La démocratie libérale quant à elle prétend être neutre et traiter chacun d'une manière égale, mais en réalité elle ne l'est pas. Elle découle du christianisme et promeut un mode de vie, que ne partagent pas tous les groupes culturels et religieux minoritaires y compris les musulmans. En outre une société pluraliste comme le Québec qui adopte les principes et les valeurs de la démocratie libérale standard fait preuve d'impérialisme culturel [11].

Peut-être la raison pour laquelle la cour suprême du Canada est actuellement engagée dans un processus de déconstruction de certains principes fondamentaux de la démocratie libérale, car dans certaines sphères du droit, la cour a pris le tournant du multiculturalisme postmoderne précisément en matière d'interprétation de l'article 27 de la charte canadienne des droits et libertés qui stipule que « toute interprétation de la charte doit concorder avec l'objectif de promouvoir le maintien et la valorisation du patrimoine multiculturel des canadiens ».

Selon la cour suprême du Canada, l'article 27 de la charte signifie que toutes les dispositions doivent être interprétées de manière à promouvoir le multiculturalisme. Toutefois, l'interprétation de cet article est très contestable.

En revanche, en matière d'arbitrage la cour suprême du Canada a adopté une conception libérale du multiculturalisme. La haute cour a souligné qu'il y a une certaine notion de l'ordre public fondamentale que les parties privées sont tenues de respecter dans le droit familial [9].

Dans *Miglin c. Miglin* [12], une affaire impliquant l'interprétation d'un accord de séparation des époux, la cour suprême du Canada a conclu que les juges doivent soupeser l'objectif législatif du partage équitable des effets du mariage. En conséquence, le tribunal devrait hésiter à intervenir avec un accord préexistant à moins qu'il soit convaincu que l'accord n'est pas nettement conforme aux objectifs globaux de la loi sur le divorce[9]. Dans une autre décision de *Murdoch c. Murdoch*[13] les questions de droit familial sont devenues une question de droit public[9]. D'ailleurs, la Loi sur l'arbitrage prévoit une procédure par laquelle une partie peut faire appel à une révision judiciaire d'une sentence arbitrale dans certaines circonstances. Le mécanisme d'appel est la plus forte protection contre les sentences qui sont contraires au droit du for.

Selon la conception postmoderne, M. Faisal Bhabha affirme que l'article 27 de la charte qui insiste sur le fait que la charte doit être interprétée d'une manière consistante en respectant l'héritage des canadiens, avec l'article 15, elle assure un double objectif contre la discrimination et l'assurance de l'amélioration des différents groupes [14].

Selon cet auteur, l'article 27 de la charte suggère que la diversité et le pluralisme culturels font partie de l'héritage partagé de tous les Canadiens. Le multiculturalisme crée deux types d'intérêts, individuel et collectif. Ce qui conduit à un droit d'accommodation pour les individus et un autre d'autonomie pour les groupes culturels [14].

Cependant, le terme autonomie culturelle des groupes, selon l'auteur, doit être partiel sans une auto-gouvernance des minorités ethnoculturelle, et que les membres qui forment ces minorités doivent s'intégrer totalement dans les activités publiques en toute égalité avec les autres citoyens. Les groupes culturels doivent avoir leur propre autonomie sans leur donner le pouvoir de restriction des libertés. Le but de création d'un modèle de l'égalité culturelle est d'assurer l'intégration et non pas la ségrégation du groupe. Pour cela, l'autonomie citée dans l'article 27 ne doit pas être comprise comme un droit d'auto-gouvernance mais doit être assuré par d'autres garanties institutionnelles [14].

Les principaux outils d'une autonomie culturelle selon Faisal Bhabha, sont en premier lieu la capacité qu'à un groupe de déterminer son orientation culturelle, de choisir les pratiques propres à sa culture, et d'avoir les conditions optimales pour un débat créatif sur le futur de la communauté [14]. Cette autonomie requiert une reconnaissance officielle des pratiques et des rituels distinctifs et un soutien public des institutions culturelles des minorités.

Toujours selon Faisal Bhabha, dans la conception libérale classique, la liberté d'expression de la culture tant individuelle que collective est garantie et inclue la libre expression, la libre association et la religion. Toutefois, les approches contemporaines vont au-delà et nécessitent une reconnaissance du statut des groupes collectifs culturels plus une facilitation et un soutien financier de l'État. La seule obligation de l'État est de garder la neutralité par rapport à la vie privée des gens [14].

Selon la conception postmoderne du multiculturalisme, l'article 27 a pour conséquence de conférer aux tribunaux canadiens, y compris les tribunaux québécois, le pouvoir discrétionnaire d'élaborer une politique sur le multiculturalisme [11].

En revanche, dans le cadre d'une démocratie libérale comme en France par exemple, la politique actuelle de la France s'attache à la conception néo-républicaine de l'identité française selon laquelle l'appartenance à la communauté nationale implique un rattachement inconditionnel à la république et ses valeurs fondamentales d'égalité et de laïcité [15]. Dans le cadre de la reconnaissance de la spécificité religieuse des musulmans, les pouvoirs publics français sont partis du postulat fondamental que les musulmans doivent admettre les règles qui régissent les cultes dans le cadre de tradition laïque nationale [15]. C'est peut-être la raison pour laquelle la France a émis une réserve à l'article 27 du pacte international relatif aux droits civils et politiques. Cet article énonce : « dans les États où il existe des minorités ethniques, religieuses ou linguistiques, les personnes appartenant à ces minorités ne peuvent être privées du droit d'avoir, en commun avec les autres membres de leur groupe, leur propre vie culturelle, de professer et pratiquer leur propre religion, ou d'employer leur propre langue ».

Le Canada a ratifié le pacte en 1976, et se trouve donc dans l'obligation de mettre son ordre juridique interne en conformité avec les normes contenues dans cet instrument international.

Cependant, selon Natasha Bakht, le Canada a un engagement de respecter à la fois une politique de multiculturalisme et d'une obligation internationale envers les droits des femmes (le respect du principe d'égalité des sexes). La constitution du Canada, protège à la fois la liberté de religion et le principe d'égalité. Ces valeurs doivent être conciliées [9].

En s'attachant à la conception libérale du multiculturalisme Mathias Rohe déclare que seul l'État a le droit de décider comment et dans quelle mesure peut-on appliquer toute loi étrangère sur son territoire. L'application des termes de toute loi étrangère y compris la loi islamique est l'exception mais, cela ne signifie pas l'exclusion des principes de la loi islamique et son influence culturelle sur le système du for [16]. Selon ce spécialiste du droit musulman en Europe, Les composants de base qui permettent de préserver la dignité humaine, la démocratie, l'application de la constitution comme loi suprême, l'égalité des sexes, la liberté d'expression, sont tous des éléments importants et des principes fondamentaux auxquelles les pays européens ne peuvent renoncer [16].

Dans le cadre d'une démocratie libérale, il n'appartient pas aux juges d'élaborer des politiques sociales ce qui heurte le principe de la séparation des pouvoirs. C'est le rôle du parlement. En outre il n'existe aucun cadre juridique permettant aux juges de déterminer ce que constitue le patrimoine multiculturel des Canadiens [11]. Pourtant, la conception que se fait la cour suprême du Canada de la fonction de l'article 27 de la charte est conciliable avec le multiculturalisme postmoderne. Mais, heurte certains principes du multiculturalisme libéral. Cela se manifeste clairement en matière de liberté de religion garantie à l'article 2(a) de la charte canadienne des droits et libertés. La cour suprême du Canada a reconnu depuis les années 80 que les religions constituent un aspect essentiel du patrimoine multiculturel aux fins de l'article 27 de la charte [7]. Ainsi, l'interprétation des droits et libertés garantis par la charte doit concorder, non seulement avec l'objectif de maintien et

de valorisation du patrimoine multiculturel, mais aussi avec le patrimoine multireligieux des canadiens. L'affaire Big M. Drug Mart illustre bien cette proposition. Dans cette affaire, il s'agissait de savoir si une loi laïque qui imposait l'observance du dimanche sous peine de sanctions pour des motifs religieux contrevenait à la liberté de religion garantie par l'article 2(a) de la charte. La cour suprême du Canada a répondu par l'affirmative. L'un des arguments avancés par la cour ; l'observation du jour religieux préféré par une religion donnée ne concordait pas avec l'objectif de promouvoir et de valoriser le patrimoine multiculturel des canadiens au sens de l'article 27 de la charte. Une loi dont l'objet est purement religieux qui prive les groupes religieux qui n'observent pas le dimanche de leur droit de travailler le dimanche porte atteinte à leur liberté de religion garantie par la charte.

Dans une autre affaire *Amsalem*, [17] les juges majoritaires ont soutenus que certaines valeurs, dont la tolérance religieuse rendait inacceptables les demandes des copropriétaires d'un immeuble luxueux selon lesquelles des intérêts esthétiques pourraient justifier l'interdiction d'installer des souccahs sur le balcon d'un juif. La conception de la tolérance religieuse que se fait la cour suprême ne convient pas à la tradition libérale. Par contre, elle est conciliable avec le multiculturalisme postmoderne.

Pour la même raison, les juges ont soutenus que la prohibition totale du Kirpan des sikhs à l'école était incompatible avec la tolérance religieuse [18].

Dès que la cour suprême a pris le tournant du multiculturalisme postmoderne dans sa jurisprudence relative aux questions religieuses [11] et que les principes qui sous-tendent le multiculturalisme postmoderne sont appuyés par un ensemble de travaux très sérieux on peut imaginer que tôt ou tard, le multiculturalisme aura une vie propre indépendamment de l'article 27 de la charte. Cependant, l'interprétation de la cour suprême de l'article 27 de la charte ainsi que les travaux susmentionnés qui se sont jusqu'à maintenant inscrits dans le paradigme postmoderne, peuvent-ils aller jusqu'à réaliser les appropriations communautaristes qui viseraient à faire avaliser des revendications d'un droit collectif à la culture musulmane ?

Pour être réel, actuellement la réponse est non. Peut-être dans le future en jouant sur la règle démographique : « la quantité fait la qualité ».

Malgré tout, nous adhérons à la conception postmoderne du multiculturalisme et ce pour les motifs suivants :

- Le multiculturalisme postmoderne est conciliable avec le pluralisme juridique.
- Les objectifs du droit international privé de tendance internationale ne peuvent se réaliser que par l'adoption d'un multiculturalisme postmoderne et non par l'adoption du multiculturalisme libéral qui sous-tend le principe de généralité et de l'universalité des normes juridiques.
- La conception postmoderne convient très bien avec les idées de la méthode de reconnaissance solution proposée par certains auteurs pour le statut personnel des musulmans au Québec.

2.1.3 L'AUTONOMIE DE LA VOLONTÉ ET LES RAPPORTS MIXTES

Dans une province multiculturelle comme le Québec, où les mariages mixtes, principalement des femmes québécoises avec des ressortissants des pays musulmans, l'autonomie de la volonté peut assurer un rôle de plus en plus important pour résoudre les conflits de lois concernant les rapports mixtes.

L'élément privé milite également en faveur de l'autonomie. L'importance accordée à l'individualisme dans des recherches sociologiques contemporaines au Québec est certaine [19].

La présence des musulmans sur le territoire québécois les soumet à plusieurs ordres juridiques ; l'ordre juridique du for n'a pas le monopole de régir leur statut personnel, les ordres juridiques des pays d'origine peuvent l'appréhender sur le principe. L'autonomie de la volonté a influencé le droit québécois. Le système juridique du Québec a introduit dans son code civil l'autonomie de la volonté des personnes dans le choix de la loi applicable dans les matières suivantes :

- les successions : l'article 3098 paragraphe 2 précise qu'« une personne peut désigner par testament la loi applicable à sa succession à la condition que cette loi soit celle de l'État de sa nationalité ou de son domicile au moment de la désignation ou de son décès, ou encore celle de la situation d'un immeuble qu'elle possède ».
- le fond des actes juridiques : l'article 3111 énonce que : « l'acte juridique qu'il présente ou non un élément d'extranéité est régi par la loi désignée expressément dans l'acte ».
- le régime matrimonial : l'article 3122 dispose que : « la loi applicable au régime matrimonial ou d'union civile conventionnelle est déterminée par les règles applicables au fond des actes juridiques », c'est-à-dire la loi désignée expressément dans l'acte.

Les régimes matrimoniaux ont en effet de tout temps été l'objet classique d'un choix de la loi applicable par les époux. À cet égard on peut se référer à l'article 3123 du code civil du Québec qui se réfère à la loi du domicile des époux au moment de leur union en l'absence de toute désignation par les parties.

- En matière d'arbitrage : l'article 3121 dispose : « en l'absence de désignation par les parties, la convention d'arbitrage est régie par la loi applicable au contrat principal ».
- La célébration du mariage : L'autonomie des époux retrouve sa force pour ce qui est de la célébration du mariage, puisqu'ils peuvent au niveau interne choisir entre plusieurs formes. Au Canada, en tant que pays qui ne connaît que la forme civile du mariage, le législateur a introduit la faculté de célébrer un mariage religieux.
- En matière de divorce : précisément en matière de compétence. L'article 5 de la loi sur le divorce prévoit que dans le cas d'une action en modification, a compétence pour instruire l'affaire et en décider le tribunal dont la compétence est reconnue par les deux ex-époux.

Néanmoins, le principe de l'autonomie n'est pas allé jusqu'à embrasser les questions personnelles des époux comme conditions de fond du mariage, effets du mariage, filiation, ...etc.

2.1.4 AUTONOMIE DE LA VOLONTE ET DUALITE DES FACTEURS DE RATTACHEMENT

Le Québec est une province d'immigration par excellence. La communauté musulmane est la dernière vague d'immigration au Québec. L'état des personnes et les rapports de la famille sont régis dans les pays musulmans par le facteur de la nationalité alors qu'au Québec on a adopté le facteur du domicile, par conséquent on trouve une dualité des facteurs de nationalité et de domicile. Il faut donc trouver une solution à ce dualisme qui influence négativement le statut personnel des musulmans au Québec.

L'institut de droit international privé a adopté, lors de sa session du Caire en 1978, une résolution sur la dualité des facteurs de rattachement de nationalité et de domicile en DIP. La solution proposée est l'option de droit pour l'un ou l'autre facteur de rattachement. De cette façon, l'autonomie de la volonté apparaît comme une solution médiane et instrument de coordination des différents systèmes [20], voire les systèmes juridiques antagonistes.

Des raisons pratiques favorisent encore l'autonomie de la volonté des parties en DIP québécois. Le choix d'une loi applicable par les parties peut garantir une meilleure sécurité juridique puisque les parties seront capables d'évaluer les circonstances importantes qui ont motivé leur choix leur permettant ainsi de mieux prévoir le résultat d'un éventuel litige [4].

Plusieurs motivations viennent donc militer en faveur de l'introduction du principe de l'autonomie de la volonté proposé par le professeur J. Yves Carlier en DIP québécois. Ce principe est théoriquement possible en droit québécois tandis que sur le plan pratique, cette théorie est difficile à mettre en œuvre sauf dans les domaines touchant à la question des régimes matrimoniaux. Quant aux autres questions purement personnelles des époux, l'autonomie de la volonté est loin d'être adoptée au Québec.

2.2 APPLICATION PRATIQUE DE L'AUTONOMIE DE VOLONTE AU STATUT PERSONNEL DES MUSULMANS DOMICILIES AU QUEBEC

Nous allons appliquer successivement le principe d'autonomie aux matières suivantes : le mariage (section1), la filiation (section2) les effets du mariage (section3), le divorce (Section 4) et les successions (section 5).

2.2.1 LE MARIAGE

Contrairement à leurs voisins aux Etats-Unis, la distinction entre la forme et le fond du mariage existe encore chez les québécois.

2.2.1.1 LA FORME

Peut-on appliquer l'autonomie de la volonté proposée par J.Y.Carlier en matière de forme du mariage des musulmans domiciliés au Québec et dire que les futurs époux peuvent opter entre la forme du pays d'accueil et la loi nationale de l'un des époux ? La réponse est oui. En droit québécois par exemple, on admet que les époux peuvent respecter une loi prévue par l'article 3188 al.2 du C.c.Q et le mariage sera valide en la forme même s'il n'est pas valide par rapport au lieu de célébration car on considère unilatéralement la loi de l'officier célébrant le mariage. Par conséquent, les mariages religieux

du droit musulman célébrés au Québec seront valides en la forme. La même chose s'applique aux mariages célébrés à l'étranger même en violation du droit local.

2.2.1.2 LE FOND

Selon monsieur Carlier l'option du droit se fait lors du mariage et figurera sur l'acte de mariage. Cette dernière se fait entre la loi nationale et la loi du domicile des futurs époux. À titre d'exemple, si le couple maroco-québécois s'est référé à la loi du domicile et a eu son domicile au Québec, c'est la loi québécoise qui s'applique. C'est cette dernière qui doit servir à l'examen de la validité au fond du mariage. Si par contre les époux ont fait choix de la loi marocaine, la loi nationale de l'un des époux, la validité du mariage est déterminée en fonction de la loi marocaine quel que soit la *lex fori* (la loi québécoise). Or, certaines conditions pourraient soulever une question d'ordre public ; c'est le cas par exemple des empêchements religieux.

Exemple :

Une marocaine musulmane résidente au Québec se marie avec un québécois non musulman. Les époux célèbrent le mariage à Montréal et désignent la loi québécoise. Néanmoins, le code de statut personnel marocain prohibe le mariage d'un non musulman avec une musulmane. À défaut de conversion du mari à l'islam, le mariage sera vraisemblablement boiteux. Le tribunal marocain invoquera l'exception de l'ordre public même dans l'hypothèse où le système juridique marocain accepterait le principe de l'autonomie de la volonté.

Qu'en est-il si les époux choisissent la loi marocaine, la loi nationale de l'épouse ?

Selon le raisonnement de monsieur Carlier, l'ordre public international du Québec ne devra pas être invoqué par le tribunal québécois pour rejeter l'empêchement religieux [1]. Le mariage est invalide par absence d'une condition de fond selon la *lege causae* (la loi marocaine). Il serait donc inutile de recourir à l'exception de l'ordre public. Cependant, le problème qui se pose est : comment régler les conflits mobiles et les conflits transitoires de droit étranger applicable ?

2.2.1.3 APPLICATION DU PRINCIPE DE L'AUTONOMIE DANS LE TEMPS

C'est là où réside l'objection majeur du principe de l'autonomie. Il s'agit là de deux circonstances : mutabilité de la loi soit par la volonté des parties (mutabilité volontaire), soit par le changement du facteur de rattachement : domicile, nationalité, résidence habituelle (mutabilité automatique).

Supposons que notre couple maroco-québécois ait choisi, lors de la conclusion du mariage, l'application de la loi québécoise en tant que loi du domicile de l'épouse et que par la suite, quel que soit la raison, l'épouse retourne au Maroc, il y a donc mutabilité automatique par le changement du domicile de l'épouse. La loi marocaine vient donc remplacer la loi québécoise qui était normalement compétente. Le mariage qui était valide sous l'empire de la loi québécoise est devenu invalide sous le règne de la loi marocaine, et ce pour la raison de l'empêchement religieux car l'époux n'est pas musulman. Si les époux n'interviennent pas pour remédier à cette situation, le mariage est boiteux. On peut alors reprocher à la théorie de monsieur Carlier son inaptitude à répondre aux problèmes causés par le conflit mobile et le conflit transitoire. Cela signifie tout simplement que le principe de l'autonomie met en cause la sécurité et la stabilité juridique des individus.

2.2.1.4 LE MARIAGE POLYGAMIQUE

La seconde épouse québécoise accepte l'option en faveur du droit saoudien en tant que loi nationale de son mari. Brièvement, ce mariage ne peut être validée car la monogamie est considérée par le système juridique québécois in abstracto comme un principe fondamental à l'ordre juridique, social, économique et politique du Québec « selon le principe de proximité (épouse québécoise) ». La limite de l'ordre public va donc intervenir afin de préserver la cohérence et la cohésion du système juridique du for même dans l'hypothèse où le DIP québécois intégrerait le principe de l'autonomie de la volonté.

2.2.2 LA FILIATION

L'autonomie de la volonté se conçoit plus facilement dans l'adoption (paragraphe 2) que dans la filiation par le sang (paragraphe 1) eu égard à l'aspect contractuel de l'adoption.

2.2.2.1 LA FILIATION PAR LE SANG

Selon le raisonnement de Carlier, puisque l'enfant n'a pas été en mesure de faire entendre sa volonté dans le rapport de vie qui a précédé sa naissance, c'est la loi personnelle des parents qui doit établir le lien de filiation. Cette loi personnelle est elle-même soumise à la loi d'autonomie par option entre la loi nationale et la loi du domicile.

2.2.2.1.1 LE COUPLE NON MARIÉ

D'après la théorie de l'autonomie, l'union civile par exemple peut faire l'objet d'une option de droit entre les partenaires déterminant la loi applicable aux effets de leur union. Selon Carlier c'est cette loi applicable aux effets de l'union qui déterminera le lien de filiation. Supposons que le l'union civile unisse un québécois et une marocaine et que les deux époux aient opté pour la loi québécoise pour régir les effets de leur union, donc c'est la loi québécoise qui déterminera le lien de filiation. Ce dernier sera établi sans difficultés et sera mentionné dans l'acte de naissance de l'enfant : né de madame x et monsieur y de statut personnel québécois. Le problème se pose toutefois si les partenaires de cette union cherchent à reconnaître cette filiation au Maroc (pays national de l'épouse). Une telle filiation ne sera pas reconnue car le Maroc pays musulman ignore l'institution de l'union civile du droit québécois et toute autre institution hors mariage. Par conséquent, il y a situation boiteuse. La filiation établie au Québec ne sera pas reconnue au Maroc. C'est ça le danger de l'autonomie de la volonté.

À défaut d'option en faveur d'une loi personnelle aux effets de l'union libre, c'est la loi commune de résidence habituelle des partenaires, la plus proche dans le temps, qui s'applique pour régir l'établissement de la filiation de l'enfant. Supposant que cette résidence habituelle se trouve aux Québec, on arrivera au même résultat boiteux : la filiation est établie aux Québec et non établie au Maroc.

2.2.2.1.2 LE COUPLE MARIÉ

Le principe de l'autonomie de la volonté proposé par J.Y.Carlier énonce que l'établissement de la filiation soit régi par la loi choisie par les époux au moment du mariage. À défaut de choix, c'est la résidence habituelle commune des époux qui s'applique. Toutefois, au Québec il nous semble que l'intérêt de l'enfant l'emporte sur celui des parents. Imaginons un couple constitué d'un québécois musulman encore lié par son premier mariage et une algérienne. Les époux ont opté pour la loi algérienne et ont eu par la suite un enfant. Ce dernier est considéré légitime par la loi algérienne. La filiation sera établie même si elle est issue d'un mariage polygamique car le droit algérien reconnaît la polygamie. Pour reconnaître cette filiation au Québec, cela ne dépend pas du mariage, mais de l'article 3091 du C.c.Q ce qui montre clairement les limites de la théorie de Carlier.

2.2.2.2 LA FILIATION ADOPTIVE

Selon J.Y.carlier, l'option de la loi applicable à l'adoption se fait par les adoptants ainsi que par l'adopté s'il est en âge de donner son consentement.

Supposons maintenant qu'un couple québécois décide d'adopter un enfant mauritanien et ayant choisi la loi québécoise pour régir tant l'adoption que ses effets. Au Québec, la filiation adoptive sera établie comme s'il s'agissait d'une adoption interne tandis que l'adoption est prohibée en Mauritanie. Ceci a pour conséquence la création d'une adoption boiteuse.

Il est à noter que le professeur J.Y.Carlier est convaincu que l'option du droit ou l'autonomie de la volonté joue un rôle certain de faveur à l'adoption en permettant d'écarter les lois refusant l'adoption (le droit musulman). Cependant, Monsieur Carlier a oublié le côté négatif d'un tel raisonnement qui se manifeste dans l'atteinte à l'harmonie internationale des solutions, l'une des raisons pour lesquelles on lui reproche que sa solution n'est pas neutre et qu'elle vient juste pour favoriser la lex fori.

2.2.3 LES EFFETS DU MARIAGE

Les effets extrapatrimoniaux se distinguent des effets patrimoniaux :

2.2.3.1 LES EFFETS EXTRAPATRIMONIAUX DU MARIAGE

On se contente de citer l'exemple de l'introduction du principe d'autonomie de la volonté en matière des droits et devoirs des époux. Supposons que les époux aient opté pour la loi saoudienne par exemple : cette loi prévoit que l'épouse doit obéir à son mari et que ce dernier n'a pas à obéir à sa femme. Là, se présentent deux limites :

D'abord, la question de l'ordre public va intervenir pour exclure toute règle prévue par le système juridique du pays musulman règle que l'Occident considère discriminatoire et porte atteinte au principe d'égalité des sexes. Ensuite, le problème de mutabilité de la loi choisie combinée au conflit mobile ou au conflit de droit transitoire.

2.2.3.2 LES EFFETS PATRIMONIAUX DU MARIAGE : LE REGIME MATRIMONIAL ET EFFETS IMPERATIFS

Selon la théorie de l'autonomie de la volonté, l'option de droit se fait entre la loi nationale et la loi du domicile de l'immigrant musulman. Deux difficultés peuvent se présenter :

La première difficulté concerne la question délicate de mutabilité des régimes matrimoniaux combinée au conflit mobile ou au conflit de droit transitoire car la loi choisie peut se modifier soit par la volonté des parties, soit par la concrétisation du changement du facteur de rattachement (conflit mobile). De même, le droit matériel applicable peut également être modifié soit par la volonté des parties, soit par la volonté étatique (conflit de droit transitoire).

La seconde difficulté concerne la question de l'ordre public : d'une part certains effets du mariage du droit québécois sont d'ordre public où la volonté des parties est exclue, à titre d'exemple le patrimoine familiale. D'autre part, certains effets du mariage prévus par le droit québécois sont ignorés par les systèmes juridiques des pays musulmans, notamment la prestation compensatoire, la protection de la résidence familiale, la fiducie par interprétation, le patrimoine familial....etc.

En contrepartie, les effets du mariage prévus par le droit musulman demeurent insuffisants aux yeux du droit québécois. C'est la raison pour laquelle le choix d'un tel ou tel ordre juridique ne peut que mener vers la création des situations boiteuses. L'ordre public sera donc en action et ne s'attardera pas à intervenir pour protéger les principes fondamentaux de l'ordre juridique non choisi par les intéressés.

2.2.4 LE DIVORCE

D'après le principe de l'autonomie, la loi applicable au divorce est la loi choisie par les époux lors de la conclusion du mariage.

Exemple 1 :

Imaginons un couple saoudien, domicilié au Québec : lors du mariage, les époux ont opté pour leur loi nationale. Par la suite, l'époux répudie unilatéralement son épouse. Que la répudiation soit intervenue au Québec ou en Arabie Saoudite, les tribunaux québécois refuseront d'appliquer cette répudiation même si les époux ont expressément souscrit à l'autonomie de la volonté car la répudiation est discriminatoire selon l'auditoire québécois et porte atteinte à l'ordre public matériel du Québec. Sauf si les tribunaux adoptent le raisonnement du tribunal québécois dans la décision droit de la famille-072464 [21].

En droit comparé, même si le principe de l'autonomie de la volonté n'est pas encore assez développé en DIP des autres provinces du Canada, leurs tribunaux sont allés jusqu'à reconnaître la répudiation islamique en se fondant sur le principe du lien le plus étroit [22] et non sur la base du principe de l'autonomie de la volonté comme l'a fait la cour de cassation française en 1983 dans l'affaire Rohbi [23].

En appliquant l'autonomie de la volonté au divorce des musulmans domiciliés au Québec, ceci pose un problème surtout lorsque la loi applicable au divorce n'est pas celle qui a permis la conclusion du mariage. Ce qui risque de créer des mariages boiteux.

Exemple 2 :

Un couple jordanien résidant en Arabie saoudite a opté pour la loi de la résidence habituelle (la loi saoudienne) lors de la conclusion du mariage. Ce dernier est un mariage polygamique valide aux yeux de la loi saoudienne. Par modification de la résidence habituelle des époux au Québec, c'est la loi québécoise qui va s'appliquer à leur divorce. Si les époux ne corrigent pas cette situation, leur mariage ne sera pas reconnu par le droit québécois. La difficulté réelle réside donc dans la mutabilité automatique en raison du conflit mobile n'ayant pas été corrigé par une nouvelle option. Ceci soumettrait ces deux époux musulmans à la loi québécoise niant l'existence même de leur mariage.

2.2.5 LES SUCCESSIONS

Selon le principe de l'autonomie, les successions sont régies par la loi désignée par le défunt ayant opté pour la loi nationale ou la loi du domicile actuel. Au Québec par exemple, l'application du principe de l'autonomie ne devrait poser de difficultés car l'article 3098 C.c.Q prévoit dans son paragraphe 2 la possibilité de désigner par testament la loi applicable à la succession.

En principe, le choix par un immigrant musulman, marié avec une québécoise non musulmane, d'appliquer la loi nationale à sa succession ne devrait pas poser problème, tandis que dans la pratique des tribunaux québécois, cette désignation est sans effet dans la mesure où elle prohibe dans une proportion importante l'épouse d'un droit de nature successoral auquel elle aurait eu droit en l'absence d'une telle désignation [24]. Dans ce cas, l'article 3099 du C.c.Q est prévu pour remédier à ce genre de situations et exclure la loi d'autonomie.

2.3 ÉVALUATION DU PRINCIPE DE L'AUTONOMIE

Avant de traiter les côtés négatifs du principe de l'autonomie (section 1), nous allons d'abord recenser quelques côtés positifs de ce principe (section 2).

2.3.1 LES CÔTES POSITIFS DU PRINCIPE DE L'AUTONOMIE

Les avantages du principe de l'autonomie peuvent être résumés comme suit :

- Si l'option du droit n'est pas retenue comme facteur de rattachement en DIP québécois, c'est la loi de la résidence habituelle et la loi du domicile actuel de l'immigrant musulman qui va triompher dans la plupart des matières de statut personnel dans le cas où ce dernier ne serait pas encore domicilié dans son pays d'origine. Le rejet de la loi nationale sera alors total et l'immigrant musulman n'aura même pas la possibilité d'opter pour sa loi nationale [1].
- L'autonomie de la volonté n'est pas un rattachement aveugle : l'option de droit maintient le rattachement à un ordre juridique en la combinant avec la possibilité pour les intéressés de prendre en compte les résultats concrets découlant de ce rattachement.
- Le principe d'autonomie permet aux immigrants de se réappropriier pour partie leur statut personnel qui demeure leur jardin privé. L'autonomie de la volonté est conciliable avec l'idée voulant privatiser le DIP.

2.3.2 LES CÔTES NÉGATIFS DU PRINCIPE DE L'AUTONOMIE

Voici les côtés négatifs du principe de l'autonomie :

- La première objection qu'on reproche à l'introduction du principe de l'autonomie en DIP, québécois c'est l'utilisation fréquente de l'ordre public. Ce dernier intervient pour exclure la loi choisie, jugée contraire aux principes fondamentaux du for. À l'instar de la loi nationale, la loi d'autonomie augmente les possibilités d'utilisation de l'arme de l'ordre public.
- La seconde objection est le problème de mutabilité de la volonté combinée au conflit mobile ou au conflit de droit transitoire.
- L'autonomie de la volonté a été proposée en Europe pour affaiblir le rôle de la loi nationale de l'immigrant musulman alors que le Québec n'a pas besoin d'une telle démarche car la loi du domicile joue déjà ce rôle.
- La non permanence du statut personnel des individus est une objection majeure avancée contre l'introduction de l'autonomie de la volonté en matière de statut personnel des immigrants musulmans domiciliés au Québec. L'autonomie de la volonté crée des situations boiteuses.
- Cette solution est ineffective au regard du droit musulman classique. Ce principe est radicalement rejeté par le droit musulman voulant que les personnes restent soumises à Dieu, à l'Islam et non à leur propre choix. Pour se convaincre il suffit de regarder les quatres versets coraniques suivants:

« N'as-tu pas vu ceux (les hypocrites) qui prétendent croire à ce qu'on a fait descendre vers toi (ô Mohammed) et à ce qu'on a fait descendre avant toi? Ils veulent prendre pour juge (dans leurs différends) le tãghout ». [25].

« Non ! Par ton seigneur ! Ils ne seront pas croyants aussi longtemps qu'ils ne t'auront demandé (à toi Mohammed) de juger de leurs disputes (litiges) et qu'ils n'auront éprouvé nulle angoisse pour ce que tu auras décidé, et qu'ils se soumettent complètement [à ta sentence] » [26].

« Juge alors (ô Mohammed) parmi eux d'après ce qu'Allah (Dieu) a fait descendre. Ne suit pas leur passions, et prends garde qu'ils ne tentent de t'éloigner d'une partie de ce qu'Allah t'a révélé » [27].

« Est-ce donc le jugement du temps de l'ignorance (avant l'avènement de l'islam) qu'ils cherchent? Qu'y a-t-il de meilleur qu'Allah, en matière de jugement pour des gens qui ont une foi ferme? » [28].

- L'adoption du principe de l'autonomie augmente les risques de fraudes. Les parties peuvent volontairement, dans le but d'écartier les lois québécoises auxquelles elles ne désirent pas soumettre leurs litiges, choisir la loi applicable grâce aux éléments d'extranéité qu'ils ont frauduleusement créés.
- Le problème d'expression de la volonté : est-ce que le choix a été librement effectué ? La recherche de volontés tacites, de volonté présumée est également une difficulté que peuvent rencontrer les juges québécois.
- La dernière objection est celle relative à la réalisation des objectifs du DIP. L'autonomie de la volonté est inapte à concilier les objectifs du DIP de tendance interne et les objectifs du DIP de tendance internationale.

3 CONCLUSION

Dans le contexte québécois, le principe de l'autonomie de la volonté puise son fondement aussi bien de la liberté de l'individu reconnue par les chartes canadienne et québécoise des droits et libertés que de la dualité des facteurs de rattachement provoquée par le phénomène migratoire. L'autonomie de la volonté est davantage appréciable dans une province multiculturelle comme le Québec. Toutefois, la pratique révèle que cette solution ne garantit pas la permanence du statut personnel de l'immigré domicilié au Québec et augmente le risque des fraudes à la loi. L'objection majeure qu'on reproche à l'intégration du principe de l'autonomie en DIP québécois est son inaptitude à concilier les objectifs du DIP de tendance interne et les objectifs du DIP de tendance internationale. Le principe de l'autonomie nous semble insuffisant pour remédier aux situations boiteuses causées par la règle de conflit bilatérale, plus précisément par le facteur du domicile adopté au Québec. On a reproché à cette solution qu'elle encourage l'utilisation de l'ordre public dans la mesure où l'ordre public des pays intéressés au litige intervient pour exclure l'application des dispositions de la loi choisie. Si la loi choisie est la loi nationale de la partie musulmane, l'ordre public international du pays d'accueil n'hésitera pas à intervenir afin d'exclure les dispositions du droit musulman contraire aux principes fondamentaux du for occidental. En contrepartie, si la loi choisie est la loi de la résidence habituelle, il est indéniable que l'ordre public musulman refusera d'appliquer aux musulmans les dispositions d'un droit laïc, et par conséquent, refusera la reconnaissance des situations créées et les jugements rendus dans les pays d'émigration.

On reproche également à la théorie de l'autonomie de la volonté sa perte de vue de la probabilité de retour de la communauté musulmane au pays d'origine. Si l'idée de retour des ressortissants des pays musulmans a disparu pour une longue durée pour des raisons politiques, économique et sociales, les politiques d'assimilations adoptées dans les pays occidentaux viennent renforcer l'idée de retour chez les musulmans domiciliés en Occident. On accuse aussi à l'autonomie de la volonté son manque de neutralité : la solution proposée par Jean Yves Carlier, vient affaiblir le rôle de la loi nationale adoptée à l'époque en Europe. L'option du droit vient donc favoriser la loi de la résidence habituelle. Certes, l'autonomie de la volonté permet aux époux de choisir entre la loi nationale de l'immigrant et la loi de la résidence habituelle, mais Monsieur Carlier ne cesse pas de mentionner que les problèmes de statut personnel dont souffrent les musulmans résidant en Europe sont intimement liés aux dispositions de la leur loi nationale. Ce qui influence implicitement les musulmans établis en Occident à opter pour la loi du for. Et même dans l'hypothèse où le musulman immigré en Occident exprimerait sa volonté d'une façon libre et réelle, la position des pays musulmans ne sera pas changée vis à vis du refus d'appliquer un droit laïc à un de leurs ressortissants. Car une telle application ignore les dispositions du droit musulman. Devant ce déséquilibre économique entre les pays du nord et les pays du sud, la théorie de l'autonomie de la volonté semble favoriser le droit interne de la résidence habituelle de l'immigrant. Ce qui est loin de la théorie des objectifs du droit international privé.

REFERENCES

- [1] CARLIER Jean Yves, *Autonomie de la volonté et statut personnel*, Bruxelles, Bruylant, 1992
- [2] Jamila OUHIDA, le statut personnel des marocains aux pays Bas, mémoire de DESA, Rabat, faculté de droit, Université Mohammed V.
- [3] Wilhelm WENGLER, les principes généraux du droit et leurs conflits, R.1952.595, 1953.37 et YENTEMA Hessel, *les objectifs du droit international privé*, R.1959.1
- [4] JAYME Erik, « Identité culturelle et intégration : le DIP postmoderne », *Recueil des cours*, Volume 251, 1995, pp. 9-267
- [5] TAYLOR Charles, *the politics of recognition, philosophical Arguments*, Cambridge, Harvard, University Press, 1995
- [6] INNERARITY Daniel, « politiques de reconnaissance », publiée dans *raison publique*, N°9, octobre 2008
- [7] R. c. Big M. Drug Mart, [1985] 1.R.C.S.295
- [8] Arbitration Act, S.O. 1991, c.17

- [9] BAKHT Natasha, «Family Arbitration Using Shari'a Law: Examining Ontario's Arbitration Act and its Impact on Women», in *Muslim World Journal of Human Rights*, Volume 1, 2004, Article 7
- [10] RIGAUX François, « Le pluralisme juridique en DIP », in *hacia un nuevo orden internacional y europeo. Estudios en homenaje al profesor Don Manuel Diez de velasco*, Madrid, 1993.
- [11] TREMBLAY Luc, « religion, tolérance et laïcité, le tournant multiculturel de la cour suprême », dans Jean François Gaudreault- Des Biens, (dir.), *le droit, la religion et le raisonnable : le fait religieux entre monisme et pluralisme juridique*, Montréal, Éditions Thémis, 2009
- [12] Miglin v. Miglin [2003] 1 S.C.R. 303
- [13] Murdoch v. Murdoch [1975] 1 S.C.R. 423
- [14] BHABBHA Faisal, « between exclusion and assimilation: Experimentalizing Multiculturalism », (2009) 54 *Mc Gill L.J.* 45
- [15] FOURNIER Pascale, « le traitement réservé au droit musulman de la famille dans les États libéraux occidentaux », dans *femmes sous lois musulmanes*, Dossier 27 (2006), 65-79
- [16] ROHE Mathias, «Shari'a in European context», dans *Legal Practice and cultural Diversity*, Burlington, Editions ASHGATE, 2009, p. 93-111
- [17] Syndicat Northcrest c. Amselem; [2004] 2R.C.S.551
- [18] Multani c. Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys, [2006]1 R.C.S.256
- [19] GUY Rocher, « Pour une sociologie des ordres juridiques », (1988) *les cahiers du droit* 91-120.
NOREAU Pierre, « Le droit en pratique : le monde juridique face à la diversité ethnoculturelle », *Recueil de cours DRT 7003 (l'analyse critique du droit)*, Montréal, Coop Droit, 2004, p.69.
LAJOIE Andrée, BRISSON J.M, NORMAND S., BISSONNETTE A., « Le statut juridique des peuples autochtones au Québec et le pluralisme juridique », *Coll., le droit aussi*, Cowansville, Yvon Blais, 1997.
- [20] Institution du DIP, tableau de résolutions adoptées en 1957-1991. Paris 1992.
- [21] *droit de la famille-072464*
- [22] *Indyka v. Indyka*, [1969] 1.A-C 33 (H.L), *Powall v. Cockburn* [1976], 68 D.L.R (3d) 700 (S.C.C), *Bhatti v. Canada*, [2003] I.A.D.D. No. 519, *Amjad v. Canada*, [2005] I.A.D.D. No. 21
- [23] *Rohbi*, Civ.1, 3 novembre 1983, *Rev. Crit. DIP* 1984
- [24] L'article 3099 al. 1 du code civile du Québec
- [25] Sourate 4 n° 60
- [26] Sourate 4 n° 65
- [27] Sourate 5 n° 49
- [28] Sourate 5 n° 50

Youth Bulge, a Forecast of Violence in Developing Countries

Muhammad Idrees¹, Muhammad Shabbir¹, Muhammad Roman², and Muhammad Atif¹

¹Department of Sociology, GC University, Faisalabad, Pakistan

²Department of Rural Sociology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

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

ABSTRACT: The present study has been designed to explore the causes and effects of Youth Bulge in Pakistan. However, youth bulge is a part of population segment which create problem for the whole society. The youth bulge is a common phenomenon in many developing countries due to a stage of development where a country achieves success in reducing infant mortality but mothers still have a high fertility rate. The present research was conducted in the metropolitan entities of Punjab, Pakistan. This research probe the Information regarding demography, household, locality and other socio-cultural variables related to causes and effects of youth bulge in the state. Qualitative information was gather through focus group interviews that was randomly conducted from three selected metropolitan entities (Faisalabad, Lahore and Rawalpindi) of Punjab Province of Pakistan. On the basis of findings it was concluded that large unproductive youth cohorts in Pakistan creates problems for the society in the form of crime, militancy, lawlessness, unemployment and creation of sub cultural youth wings.

KEYWORDS: Youth Bulge, Violence, Developing Countries, Focus group interviews.

1 INTRODUCTION

“Youth bulge” is a demographic expressions frequently used to describe a population in which the share of young people is radically large in contrast to other, elder age groups. According to the UN-associated Integrated Regional Information Network (IRIN), UN agencies define the youth bulge as large cohorts (in excess of 20%) between the ages of 15 and 24 in relation to the total mature population. Other definitions expand the range to include the 15 to 29 age group (Imai King & Olivia, 2008). Research found that states have large number of young people have more chances of violence and conflict. Moreover, it is observed that the lack of jobs or development within a country may lead to the disillusionment of the youth and could possibly result in communal unrest. This unrest and conflict depends on youth’s prospect either it is meet to their desires or not. Further research suggested that political and economic conditions (and not the youth population in and of itself) were significant determinants of conflict (Moser & McIlwaine, 2006). Youth bulge is a widespread phenomenon in many emergent states. It is frequently related to the stage of progress where a state got success in the reduction of child death rate reducing infant mortality rate but mothers tranquil have a high ratio of birth. As a result the portion of children increase that grow into young adults. After some time these children of today converted into the young adults/youth of the future that demand prosperity from the states in all walks of life. If desires unmeet than they play an important part in violence and social unrest. This continuation of a “youth bulge” has been connected to the times of government crisis (Goldstone, 2001).

Similarly, the entire team of economist did not consider that young people danger to safety; some of them are in opposition that large youth proportions in the pyramid of a region create space and motives for improved funds and reserves for the development of economy. Comprehensive evidence were found in the world that per capita income of a state increase rapidly as the young people who are lies in the working age (Mason & Lee, 2004). The rapid growth rate of population also enhance radically put stress on naturally occurring property such as food, water and economic systems that created instability in the state, especially for those states and societies where the youth portion is greater. This situation in

the region creates a lush environment for the terrorist organizations and extremist groups to hire, prepare, and carry out terrorist activities. These groups cause a noteworthy and growing threat around the world and for that country that experience youth bulge to their community as well as state (Zinni, 2000).

1.1 YOUTH BULGE IN PAKISTAN

From the last few months, in Pakistan developers, scholars and policy maker pay attention to the youth bulge that are shown in the center of the population pyramid of Pakistan. This large youth proportion attracted the attention of the whole society and describes the proponent of high rate of birth and low rate of mortality or death. There was only 32.5 million population of Pakistan in 1947. High fertility rate in Pakistan is responsible for this youth bulge. (Fuller, 2005). Due high birth rate Pakistan is facing the population transition, it is estimated that Pakistan is standing on the sixth position in the major populated states that can be make development and reach at number four in the 2040. The population of Pakistan has doubled between 1975 and 2005, and the United Nations estimates that 54 million people will be added in the next 15 years (Leahy, Engelman, Vogel, Haddock & Preston, 2007; Huntington, 1996; Moller, 1968). US Bureau of Census analysed in 2010, that there is that 62 percent people were fallen in active age group but only 30.1 percent of the total active age group take part in the development activities. This large proportion of young people did not intrinsically unsafe and violent by birth. It is the sate and political elites that provide them jobs, skills and counselling for their expression of though and capability that push them to the extremism, terrorism and crime (Alesina & Perotti, 1996; Østby, 2008; Stewart, 2001; Nafziger & Auvinen, 2002).

Next generation of Pakistan will facing the major problems, because there will 85 million new people added in the state in future decades. This increase in population creates problem for state because provision of education, food and other necessity of life and take care of large group of children will be a difficult mission for a community to fulfil the desires of its population. Every year the rate of birth increase that added more young boys and girls who feel alienation, frustration and congested place in the state. The change in population structure in Pakistan wants: To control on birth, Provide education to all, Placement of the increasing active people in industries and other job markets to attain the MDGs in Pakistan (Blattman & Miguel, 2010).

The stakeholder now focus on the youth bulge and want to take benefit from this in the coming years because if society did not have opportunity and development agenda for them than its result will be social unrest and disorder. By making the national youth empowerment and capacity building in response to youth bulge in Pakistan all the problems and security concerns are vanish by using youth potential in development of the nation (Collier & Hoeffler, 2004; Fearon & Laitin, 2003). But unfortunately there is limited policy making towards the youth bulge in the development, government and public policy in Pakistan. Moreover, it is tranquil connected to the provision of services like health, education, jobs and political affiliation rather than the youth empowerment and capacity building. No doubt that these basic needs are important for the young people but the empowerment and capacity building and involvement in policy making increase the rate of youth welfare in Pakistan (Ostby, 2008).

1.2 THEORETICAL FRAMEWORK

Theoretical perspectives give a framework for the research or study. All theories provide reasoning as why a phenomenon is take place or occurs in the society and in the reflection of theory research can analyze the phenomenon in a specific direction to predict or find out the consequence of the phenomenon. A frame work is necessary to address the intensity/gravity of the problem. Following frame work will be used in this study.

1.2.1 THE YOUTH BULGE THEORY

The main assumption is the large proportion of youth that are not involved in healthy and creative activities, government not provide them opportunities and did not use their skills are involved into the violent conflict terrorism, crime, civil disorder and other forms of social unrest and conflict (Heinsohn, 2000).

1.2.2 SOCIAL STRUCTURE THEORIES

Social structure theories are linked to cultural disparities, class and delinquency areas. These theories also examine the various socio-cultural organization relationship and process that influence behavior. Theories related to this perspective attempt to explain the factors within any social setting that cause a youth to become involved into violence/conflict and criminal behavior or remain stable or law building (Brown, 1998).

2 OBJECTIVES OF STUDY

- To dig out the determinants and consequence of youth Bulge in Pakistan
- To advocate some reasonable strategies to overcome the problem of youth bulge

3 METHODOLOGIES

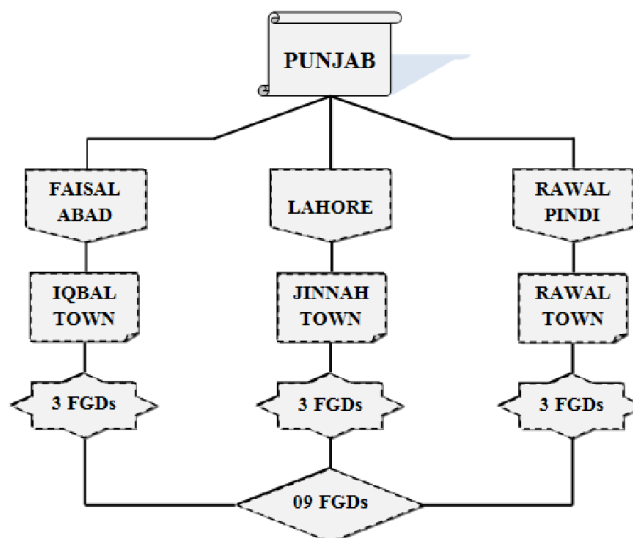
The methodological techniques and ways of analyzing the observations play a significant role in social research. Social scientists have commonly been using comprehensive sociological approach and advance techniques in social research in the modern era. Social scientists now use the sophisticated methodological tools and techniques in social research. Therefore, methodology is a frame for researcher. "The methodology is an arrangement of clear set of laws and actions on which the whole research build (Nachmias & Nachmias, 1996)". The validity, dependability and precision of analytical analysis depend upon scientific methodology. In present study quantitative approach was used.

3.1 SAMPLE

In present study multistage random sampling technique was used, because it is an appropriate technique for drawing sample from large population with limited time and cost. According to this technique, sampling is done in two or more stages. The nature of sampling units change from one stage to another and final stage provides the required sampling units i.e. units of analysis (Moser & Kalton, 1979). At initial stage of sampling, three metropolitan cities (Faisalabad, Lahore and Rawalpindi) were selected randomly from all 36 districts of Punjab. Then one town were selected from each selected cities in second stage of sampling. In district Faisalabad, Jinnah town was selected. Likewise, selected towns from Lahore and Rawalpindi districts were; Allama Iqbal town and Rawal town respectively. In third stage of sampling six union councils (two from each town) were selected. At final stage a nine focus group interviews were conducted (three from each city) (GOP, 1998). In this study qualitative technique of information collection was used. Qualitative analysis is an effective tool for obtaining information regarding values, beliefs, opinions and behaviour of specific population (Mack *et al.*, 2005). The qualitative information was gathered through Focus Groups Discussion.

3.2 DATA COLLECTION

Researchers conducted nine focus groups in March-April 2013, the first of which was used as pilot test of the script questions. Based on the feedback, one question was dropped from use in the remaining three groups. Excluding data from the question that was dropped after the pilot test, results from the pilot focus group are included in this report where those data appeared to reinforce ideas expressed in the other groups. An interview guide/check list is prepared for collecting the information. All discussions featured several open ended questions. Facilitators used probes at their discretion and these varied across groups. The focus group discussion sessions were arranged with the youth groups and educated community members in each district of the study area.



Sampling Frame for Focus Group Interviews

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

The main focus of the study was to explore the causes of youth Bulge and analysis of its effects in Pakistan therefore, probing questions were also asked according to the need of the situation. Most of the responses given by the key informants were in local languages (Urdu and Punjabi) that were translated into English language. Present portion covers the view points of key informants in FGDs, relevant to concerned topics and conclusions of qualitative analysis.

A. AWARENESS LEVEL ABOUT YOUTH BULGE

• What do you know about Youth Bulge and where you hear about it

Most of respondents did not aware with the youth bulge situation in the country but when the researcher describes this thing in simple language they become able to respond. They said that when the birth rate in a country is high and country did not control on that then the country face youth bulge because this high birth rate leads towards overpopulation. Where the large proportion of the population have to be in aged 15–24 that phenomena known as youth bulge.

One respondent add more;

Pakistan ma birth rate both zaida hy rozana he kafi tadad ma bachy paida hoty hain es lea Pakistan ma young logo ki tadad barh rahi hy aur us ma roz ar oz azfa he ho raha hy. Es waja se yahan per youth ki tadad zaida hy aur ye situation wo tamam mulik face kr rahi hain jaha per birth rate zaida hy.

There is high birth rate in Pakistan and it is increase continuously that is the reason of youth bulge in Pakistan and the other countries that did not control the birth rate are facing the same situation. This respondent got information about the issues by from a conference held in Gujranwala by BARGAD (NGO). Most of the respondents hear about this from media and Speeches from PTI leaders.

• Why Pakistan is facing youth bulge situation and this issue is positive or negative

There is high birth rate in Pakistan, it is control on death rate but there is no control on birth rate. People did not follow the family planning practices due to socio-cultural practices in the countries. Sometime religious thinking or religious ideology also becomes hurdle in the way of implementing Family planning policy. One respondents added more that there is existing illiteracy in Pakistan is a hurdle in the way of follow family planning policy.

Zaida ter log family planning k mutaliq kuch nae janty. Kuch log jo thoda both janty hy wo b mazhabi aur garelo (domestic) halat ki waja se es per amal nae krty kiu k zaida bachy status ko buland krty hain. Es k elawa hamri society ma "Son preference" b both zaida hy jis k lae log her waqt koshish krty rehty hain. En tamam chezaion ki waja se bacho ki tadad zaida hoti hy jo youth bulge ka sabab banti hy.

There is illiteracy in Pakistan most of the people did not aware from family planning practices. If some of them familiar with family planning, they did not follow it due to religious ideology and domestic conditions or demand for more children. Moreover, the trend of "Son Preference" is very high in our society and people continuously trying for male children and this thing increase the birth rate and number of children that leads the country towards youth bulge. The youth bulge is often seen as a negative issue. Because large population of adolescents entering the labor force and electorate strains at the seams of the economy and polity, which were designed for smaller populations. This creates unemployment and alienation unless new opportunities are created quickly enough. Yet the 16-30 age range is associated with risk-taking, especially among males. In general, youth bulges in developing countries are associated with higher unemployment and, as a result, a heightened risk of violence and political instability.

B. CAUSES OF YOUTH BULGE

• What are the most important factors in creation of Youthful population in Pakistan

All the respondents were agreeing that high birth rate, low death rate and social change like urbanization, industrialization are important cause for the creation of high youthful population in the country.

• According to your opinion what are the Causes of youth involvement in negative activities? Share it.

People says that youth bulge is considering a negative issue because the more working age population wants more jobs this thing creates unemployment among the youth that leads them towards deviant behavior, because when they are unemployed have no enough opportunities this thing frustrated them and mostly leads them towards crime. Inter and intra

group conflict. Sometime this violent unemployed youth creates counter cultures in the society against the dominant culture. Young postgraduate student added that:

When the population is increased and jobs are not available, this thing creates poverty among them and this poverty creates a violent youth mob that creates civil war and unrest for government and often collapses the government.

Another respondent added that:

Youth is often committing crime by learning from their peer

Agr ek berozgar larka kisi achy bandy k sath beth ta ho yo zarori nae k wo jurm kry kiu k ek mature admi us ki attention positive raky ga. Jab k agr koe larka kisi aise logo ya dosto k sath rahy ga jo kud bury kaam krty hain to wo kud b un se negative behavior he seky ga.

When an unemployed young person make a company with mature person than he will be learn some positive behavior and did not always learn negative behavior. On the contrast, if he makes company with friends or groups that are involved in deviant behavior than definitely he learns negative behavior from them.

So, we claims that unemployed and poverty did not always leads the youth towards crime and conflict, learning deviant behavior is also very important because some people have good jobs but sometimes involved in negative behavior.

- **How Economic recession in the country is a cause of youth conflict/crime**

Respondents said that the global economic crisis is responsible for increasing unemployment in the world that increases the crime rate as well. A respondent said that:

Pakistan is facing the economic recession that creates poverty in the country because the labor market did not have enough job that become a reason of crime because people want money for their survival.

Another respondent add more:

There is huge energy crisis in Pakistan that effect the labor market i.e. industry in the country. This crisis increases the economic recession because investor did not invest in the Pakistan that badly affects the economy in the country and the industrialist shut down their industry and moves from out of the country. This thing creates more unemployment and the youth who are working in these industries put a revolt against the government and mill owner that take a shape of civil war/conflict and violence.

Another young female student of government and public policy said that:

The government did not have control on labor market. There is no proper check and balance system for price controlling and pay system in the market. This low wage amd high commodities price affects the economic system for a common man and he/she become involved in conflict and crimes.

Most of the respondents were agreeing that economic recession creates an environment for violence and conflict in the state. Our country facing the war on terror that damage our economy and international investment in the country that reduce the labor force and employment in the state and enhance the crime and violence in the Pakistan.

- **Illiteracy and Un-equal educational system is a major reason of youth violence. Give your opinion**

Most of the respondents said that in the Pakistan the style of education (in *madrassas* and state schools) leaves young people vulnerable to extremist narratives as it relies on rote learning and unquestioning acceptance of authority. Moreover, they highlight the importance of the power of the messengers (religious teachers, preachers and militant organizations) in influencing young people to get involved in violent extremism.

One respondent add more:

Young male are more likely to increase the risk of conflict in societies where male secondary education is low and faced unequal educational facilities. This suggests that the availability of large cohorts of poorly educated youth can support conflict.

Another respondent add more:

The unequal educational system unmet with the market need so the lack of technical and vocational trainings decreases the option of good jobs. When they did not proper job due to lack of educational skills they deviate from norms and commit crime as revenge against the society and adopt anti government behavior.

It was concluded that the effect on conflict risk by low education and large youth populations is particularly strong in low- and middle-income countries, although it seems to be contingent on structural economic factors. In particular, education does not seem to have a pacifying effect on large youth cohorts in predominantly agrarian societies.

- **Is the social and cultural environment in the country creates youth bulge**

Majority of the respondents was agreeing that social and cultural environment of the country is creating youth bulge. One respondent said (who is doing M.Sc. in Gender studies): The people of our country did not follow the contraceptive method due to illiteracy and sometime socio-cultural practices of the country. In this way they are continuous produced children that increase the young population in Pakistan that leads state towards youth bulge.

Another respondent added more:

Large proportion of youth is good for the development of any country. So, we don't need to control on birth the need to avoid problem is political will that eliminate the corrupting and provide better opportunity to youth. If the state handle the assets of this young generation in proper way it will be good.

The conclusion is that population increased due to social cultural environment but some people don't consider youth bulge as a problem. They think it could be use full if state utilizes them properly by providing opportunities.

- **Prevailing inequalities in society is a reason of social unrest and conflict. Give your opinion**

There are many inequalities prevailing in our country that creates conflict among the domestic, community level and national and international level.

One young girl added:

The women of our country faced discrimination in every field of life. They did not find their way for development instead of male family member. This behavior frustrated them and some time leads them in negative side.

One other respondent from labor class add more:

Hamry mulk ma hr tara ki inequalities majood hy, ghreeb log jin ki amdni both kam hy wo sara din kam krty hain aur rat ko un ko thodi si mazdoori dy di jati hain aur baz dafa wo b nae de jati k kal ly lena ikaty. Es mehngai k door ma jab logo ko rozgar nae mily ga, un ko necha samjy jae ga, malik aur nokr k darmian fasla ho ga to jurm aur jagro ki shra zarror bary ge.

He said that there are lots of inequalities existing in our country especially socio-economic inequalities, poor people who are working whole day and earn a few rupees at the end of the day and sometime the owner did not pay at night and says you will get pay of two days on next evening. In this situation a poor how can survive, the society see them in lower stratum and did not pay respect to them as they deserve. In this way the young person who is full of energy involved into crime and other types of social violence and conflict.

- **Do you think that political instability play a key to create this phenomenon**

From the day of independence Pakistan faced the political instability due to military interventions and some time the behavior politicians. This instability did not allow them to work on the development policies and governments always fail to overcome on corruption and implanting law and order, providing justice to society and insuring good governance. They did not focus on the development of industries and economy and educational initiatives. The after effects are that mostly state institution are instable that did not provide jobs to people. The government also has less focus on education and welfare. In this way political instability is responsible for this problem.

- **Is there lack of youth empowerment and population welfare policies that create this alarming situation?**

Almost all the key informants in FGDs have the same answer as above just some respondents added more that government has less focus on population welfare policies. If they launch some anti-natalist polices but they did not give a large scale impact due to religious and cultural practices in state.

One other respondent add more (student of leaders ship and management studies):

Pakistan is facing the war on terror and some other form of state militancy and our governments is investing a large part of the GDP on it rather than youth or other development policies. So for the youth empowerment and stability of nation governments should spent some more on the education and youth empowerment, capacity building and skill enhancement. Otherwise, the youth and conflict and violence increased day by day and nobody overcome these issues easily.

C. EFFECTS/SECURITY IMPLICATIONS OF YOUTH BULGE

- **Have you knowledge about effects of youth involvement in negative activities on country? Share it.**

Youth is the large proportion of our country that is at the same time is harmful and useful for the nation/state. But unfortunately, our state did not provide them opportunity in education, industry, politics and media. These things damage their personality and they involved in negative activities like crime, conflict, violence and other forms of social unrest that increase lawlessness, militancy and crime ration in the state.

- **In your opinion what are security implications of youth bulge on state/effects of youth bulge on state resources**

The youth bulge when goes to the negative side, it has very sever security implications. It increases the crime ratio in state. The issue of lawlessness and extremism emerge. The youth is an easy victim for the terrorist organizations and international secret agencies. These agencies and organization use this golden part of our society for their own cause. When they are capture by agencies they work whole heartedly for their cause and destruct their own state for sake of money and some time revenge from the government that did not give them opportunity. They involved in terrorist activities and suicide bombing that damage the infra structure of society and image of the state at national and international level.

One respondent added more:

This thing not only destroys the physical infrastructure but also had psychological effects on the other youth and state members who are not involved in all this.

Another added more:

When the youth involved in destruction rather than development it also affects the economy of the state. The national and international investors did not invest in the economic sector and un-install their industries due to security implication. This thing creates problem for the whole society and more for the youth member who are not involved in all this activities. They did not find out proper job due to economic recession and safe housing where they live. This thing frustrated them and some time made them violent. And this violent youth put a revolt or social unrest/civil war against the government and had more sever implications of security in the state.

- **How large youth cohorts increase the risk of violence, conflict and unrest in the state**

The bulges may actually increase the risk of more organised forms of political violence. There is a particular focus on both opportunities and motives providing the conditions for conflict: respondents give following points regarding this:

Large youth cohorts will reduce recruitment costs for rebel organisations through an abundant supply of labour. This is particularly the case when the gain from joining is above alternative income earning opportunities.

If young people have limited or no opportunity other than unemployment and poverty, they are more likely to join a rebellion as frustrations mount. Socio-economic problems provide fertile ground for terrorist recruitment.

Prevailing unemployment amongst highly educated youth populations can cause frustration and grievances. High unemployment amongst the educated youth is one of the most destabilising and violent socio-political phenomena in any regime.

Semi-democratic regimes have greater openings for conflict over autocratic states. The potential is increased when large educated youth cohorts are barred from social mobility.

Another respondent added more:

Terrorism is an urban phenomenon, with states undergoing rapid urbanization under an increased risk. Historically youth bulges, in conjunction with rapid urbanization, have been an important contributor to political violence; especially where unemployment and poverty exist. The existence of youth bulges significantly increases the risk of conflict. However, no thorough review exists over government targeted programmes aimed at mitigating the security risk posed by youth bulges. More research is therefore required over youth bulges, political violence and remedial policies; particularly in regards to urban settings.

D. SUGGESTION/RECOMMENDATIONS

- **Please share your opinion/view/knowledge to eliminate or reduce the youth bulge situation**

The present youth proportion is did not reduce it can be settle down by providing them job opportunities. Give them training, skills and career counseling. But in future we can avoid this situation by implementing population welfare and youth development policies. The government strictly had check on birth rate and tries to control it by launching and implementing family planning policies. There is a need of awareness through education that family planning is very useful for the country and the family member as well. For this purpose governments involves the religious leaders who guide the people with health department and told them the benefits of it.

- **Do you think that media, NGOs and international developments agencies play their role regarding overcome this problem**

The media, NGOs, civil society, social and development sector and international development and donor agencies assistance to the community. Media launch such programs that show the positive consequences of family planning. The NGOs and civil society arrange awareness seminar, walks and rallies and tell the benefits of family planning and reproductive health effects on women who had born more children. The international development agencies give the financial assistance to the civil society and local NGOs to arrange the programs for the population welfare.

One respondent added more:

Media and NGOs arrange capacity building programs for youth where they learn new skills and ideas about the social world and get proper career counseling for their future planning, and also learn how they become useful for their country.

- **Give your opinion how large youth cohort reconstruct the society**

Instead of viewing the youth bulge as a problem, we can harness the power of the younger population and improve access to quality education and employment opportunities. Through this, economic activity and stability in these low income communities can be greatly improved. One respondent added more:

if a high number of young people have access to employment, then the number of dependent people in a country will decrease and result in what is known as a 'population dividend'. So, it's important that state/governments effectively involve young people in all aspects of development to make programs more sustainable.

One other respondent student of Development studies:

Apart from their fundamental rights to participation and development, children and young people also have another clear argument to make in favor of increasing their involvement in the development of their communities. Young people are the 50% of the world population. So that, without the involvements of youth a country did not make development in all fields of life. For the development it is necessary to involve youth in all sphere of life.

5 CONCLUSIONS

It was concluded that present youth bulge in Pakistan is the result of high birth rate in the past. This large youth cohort did not find any prestigious place in the society that leads them towards conflict. The results draws from multiple linear regression model reflects that unemployment, poverty, un-equal education, trigger events, economic crisis, political instability and inequality in the state are the reason of youth involvement in unrest, violence, crime and conflict.

6 SUGGESTIONS AND RECOMMENDATIONS

The following Suggestion emerges directly from the findings described above.

- There should be a collaboration between government and international development agencies for youth development
- State should set up youth empowerment and population welfare policies that provide skills and training to the youth to match with labor market
- Government should work on capacity and peace building among youth and make them sensible person for the country
- The state should provide career counseling and education to the youth related to the job market.
- The linkages between different forms of violence (e.g. political, criminal, ethnic), whether there are any differences in the processes by which young people get involved and whether they move from one group to the other.

- Proximate factors such as the role of leadership and organisational dynamics, the role of identity politics, ideas, values and beliefs, and trigger events in mobilising individual and groups of youth into violence and how these might be addressed.
- The social characteristics of societies and communities that avoid major outbreaks of violence.
- More systematic studies of individual motivations for engagement in violence including specific studies of the motivations, role, experiences and consequences of young women's involvement in violence.
- The relationship between migration opportunities, including rural-urban migration, and youth violence.
- Furthermore, in any specific country or regional context, large numbers of youth often suffer the same conditions of exclusion, but most of them do not get involved in violence. This area is under-researched

REFERENCES

- [1] Alesina, A., & Perotti, R. (1996). "Income distribution, political instability, and investment: *Journal of European Economic Review* 40 (6):1203-28.
- [2] Blattman, C., & Miguel, E. (2010). "Civil War"; *Journal of Economic Literature* 36(1): 47-30
- [3] Benard, C. (2005). A Future for the Young: Options for helping Middle Eastern Youth Escape the Trap of Radicalization. RAND working papers. Retrived on April 12, 2103
http://www.rand.org/pubs/working_papers/2006/RAND_WR354.pdf
- [4] Collier, P. (2000). Doing well out of war: An economic perspective. In Greed and grievance: Economic agendas in Civil Wars, Mats Berdal and David M. Malone, eds. Boulder, CO and London: Lynne Rienner, pp. 91–111.
- [5] EDC (Education Development Centre), (2008). Yemen Cross-Sectoral Youth Assessment: Final Report. Report to USAID / Egypt.
- [6] Fuller, G. (2005). 'The Demographic Backdrop to Ethnic Conflict: A Geographic Overview, was born in 1989 and was produced by Edward Gewin: The Challenge of Ethnic Conflict to National and International Order in the 1990s, Washington: CIA (RTT 95-10039, October), 151-154.
- [7] Francis, P. (2008). Some thoughts on youth livelihoods in post-conflict situations: marginality, trauma and employment', Paper presented at conference Youth Exclusion and Political Violence: Breaking the Link and Engaging Young People Positively in Development, 4th-5th December, Oslo. Retrieved on February 21, 2013
[http://www.prio.no/upload/prio/Francis%20Oslo%20psycho%20violence%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://www.prio.no/upload/prio/Francis%20Oslo%20psycho%20violence%20[Compatibility%20Mode].pdf)
- [8] Goldstone, J., A. (2001). 'Demography, Environment, and Security', in Paul F. Diehl and Nils Petter Gleditsch, eds., *Environmental Conflict*. Boulder, CO: West view (84–108).
- [9] Goldstone, J., A. (2002). "Population and Security: How Demographic Change Can Lead to Violent Conflict." *Journal of International Affairs* 56 (1):3-22.
- [10] Huntington, S., P. (1996). *The Clash of Civilizations and the Remaking of the World Order*. New York: Simon & Schuster.
- [11] Heinsohn, H. (2000). What makes the Holocaust a uniquely unique genocide? *Journal of Genocide Research*, Volume 2 (3) 1 November 2000 , pp. 411-430
- [12] Imai, K., G., King & Olivia, L. (2008). 'Toward A Common Framework for Statistical Analysis and Development', *Journal of Computational and Graphical Statistics* 17(4): 1–22.
- [13] Kaplan, B., H. (1996). Self Attitudes and Deviant Behavior, "Empirical Validation of the Applicability of an Integrative Theory of Deviant Behavior to the Study of Drug Use," *Journal of Drug Issues* 26 (1996): 345–377.
- [14] Ladbury, S., & Hussein, M. (2008). Developing the Evidence Base for Hypotheses on Extremism and Radicalisation in Pakistan. Independent Report to DFID: April 2008.
- [15] Leahy, E., R., Engelman, C., G., Vogel, S., Haddock & Preston, T. (2007). "The Shape of Things to Come", Population Action International (PAI): Washington DC, 2007. Pp. 22-33
- [16] Moser, C., & McIlwaine, C. (2006). "Latin American Urban Violence as a Development Concern: Towards a Framework for Violence Reduction." *World Development* 34 (1):89-112.
- [17] Marcus, R., & Gavrilovic, M. (2010). The Impacts of the Economic Crisis on Youth Review of Evidence, Overseas Development Institute, 111 Westminster Bridge Road, London SE1 7JD; UK.
- [18] Möller, H. (1968). 'Youth as a Force in the Modern World', *Comparative Studies in Society and History* 10(3), 237-60.
- [19] Nachimas, C. F., & Nachimas, D. (1996). "*Research Methods in Social Sciences*, London: Arnold.
- [20] Nafziger, E. W., & Auvinen, J. (2002). "Economic development, inequality, war, and state Violence." *World Development* 30 (2):153-63.
- [21] Østby, G. (2008). "Polarization, horizontal inequalities and violent civil conflict." *Journal of Peace Research* 45 (2):143-62.

- [22] Ortiz, I., & Cummins, M. (2012). When The Global Crisis and Youth Bulge Collide, Double the Jobs Trouble for Youth; UNICEF Social And Economic Policy Working Paper, February 2012.
- [23] Pratt, T., C., & Cullen, F., T. (2005). "Assessing Macro-Level Predictors and Theories of Crime: A Meta-Analysis." *Crime and Justice* 32:373-449.
- [24] Rodgers, D. (2009). "Slum Wars of the 21st Century: Gangs, *Mano Dura*, and the New Urban Geography of Conflict in Central America." *Journal of Development and Change* 40(5):949-76.
- [25] Sambanis, N. (2002). A review of recent advances and future directions in the quantitative literature on Civil War. *Defense and Peace Economics*, vol. 13, p. 224.
- [26] Stewart, F. (2001). Horizontal Inequalities: A Neglected Dimension of Development. United Nations University: UN-WIDER.
- [27] UNDP. (2003). Conflict-Related Development Analysis. Retrived on 12 March 2013 from UNDP website at: http://www.undp.org/cpr/documents/prevention/integrate/CDA_complete.pdf
- [28] Zinni, C. (2000). Prepared Testimony of the Commander in chief of the U.S. Central Command. Federal News Services, Inc.

Computational Modelling of Chromium Steel in High Temperature Applications

O. R. Adetunji, A. A. Musa, and S. A. Afolalu

Mechanical Engineering Department, College of Engineering,
Federal University of Agriculture, Abeokuta,
P.M.B. 2240, Abeokuta, Ogun 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: Modern martensitic 9-12% Cr steels are alloys with excellent mechanical properties even at elevated temperatures. The high temperature strength of these materials is inevitably related to their complex microstructure. Due to diffusional processes however, this microstructure changes during high temperature service, which leads to a decrease in strength. This work was aimed at modeling the 9-12% Cr steels with tailor-made microstructures for applications such as fossil fuel fired power plants, internal combustion engines etc. The investigations concentrated in the design and characterization of heat resistant steels for applications in high oxidizing atmospheres. A microstructure-property link is formulated with focus on the precipitate and solid solution hardening effect. For different heat treatments, the numerical results are compared with other samples. The numerical simulation showed excellent agreement in the case when all operative strengthening mechanisms are duly considered. The experimental results can be reproduced in a comprehensive and consistent manner by the numerical simulations using the software as MatCalc and ThermoCalc. From the result of the simulation, the observed phases after creep ($M_{23}C_6$ carbides, V-MX and Nb-MX particles and Laves phase) are in good agreement with the MatCalc and ThermoCalc calculations except for the Z-phase phase. The volume fraction of precipitated $M_{23}C_6$ carbides is directly related to the carbon content of the alloys.

KEYWORDS: Modelling, 9-12% Cr steels, mechanical properties, elevated temperatures, microstructure.

1 INTRODUCTION

Power plants, gas turbine, automobile engines were built using heat resistant steels grades. This type of steel is characterized by a low price but still acceptable oxidation resistance and good mechanical properties at elevated temperatures [1]. The high strength of these steels originates from their complex austenite microstructure with high dislocation density, fine sub-grain structure and dense distribution of different types of precipitates [2].

Typical operating parameters for steels used in the manufacture of power plants undergo severe conditions during service life. But this is especially so for steels where the service life is many decades. The degree of reliability demanded of heat resistant steels is therefore extraordinary especially 9-12% Cr steel, and must represent one of the highest achievements of technology [3]. Their safe service life means high investment and production utilization and savings. That is why; such a high attention is paid to the monitoring and surveillance of their service. During service life of heat resistant steels there is gradual degradation in the micro-structure of the steel and this way some decrease of properties conditions. Although these materials show excellent mechanical properties in the initial stage of service, after long term application at elevated temperatures, a change of these properties can be observed. Due to the on-going diffusion processes, substructure coarsening with simultaneously growth, coarsening and sometimes dissolution of precipitate populations can be observed. Heat resistance in steel is dependents on its creep strength. The microstructure of 9-12% Cr steel grades in the initial state with the common heat treatment of the used products (normalizing annealing followed by tempering) is not really the equilibrium state of the steel [4]. This leads to a remarkable change in the mechanical properties, which represents the main limiting factor in the temperature applicability of the material and, thus, in the efficiency increase of the whole thermal applications in which they are used. Any thermal or mechanical influences are changing the microstructure in the direction

to a higher level of equilibrium. Coagulation and coarsening of precipitates, carbides transformation, additional precipitation, and the evacuation of alloying elements from the matrix, are supposed to be the most detrimental processes. Embrittlement, weakening of the micro structure and the final creep failure can be the result. The degree and intensity of creep degradation depend on both, in service conditions (temperature, stress, and environment) and exposition time [5]. It is very important to study and know the time dependence of the performance of steel in service conditions and this way survey the possibilities of service life increase [6].

The aim of this project is to carryout computational modelling of 9-12% Cr steel for high temperature applications.

2 MATERIALS AND METHOD

2.1 MODELLING OF 9-12% CR STEEL

In the present section, modelling of heat resistant steel based on the creep strength, which has been developed and implemented in the software MatCalc, is introduced and basic formulations to determine the strengthening contribution of precipitates as well as the solid solution hardening effect in multi-component alloys are developed [7]. The most essential input parameters on the strengthening models, which is the inter-particle distance λ , are discussed and a general superposition rule for different strengthening mechanism is stated.

2.2 HEAT TRANSFER

Heat transfer is the science that seeks to predict the energy transfer that may take place between material bodies as a result of a temperature difference, since heat resistance steels applications involves temperature changes, this makes heat transfer being taken into account. The three mode of heat transfer are conduction, convection and radiation.

2.3 CONDUCTION HEAT TRANSFER

When a temperature gradient exists in a body, experience has shown that there is an energy transfer from the high-temperature region to the low-temperature region. We say that the energy is transferred by conduction and that the heat-transfer rate per unit area is proportional to the normal temperature gradient [8].

$$\frac{q_x}{A} = \frac{\partial T}{\partial x} \tag{1}$$

When the proportionality constant is inserted,

$$q_x = -KA \frac{\partial T}{\partial x} \tag{2}$$

Where q_x is the heat-transfer rate and $\partial T/\partial x$ is the temperature gradient in the direction of the heat flow. The positive constant k is called the thermal conductivity of the material, and the minus sign is inserted so that the second principle of thermodynamics will be satisfied; i.e., heat must flow downhill on the temperature scale.

$$-KA \frac{\partial T}{\partial x} + \dot{q}A dx = \rho cA \frac{dT}{d\tau} dx - A \left[K \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) dx \right] \tag{3}$$

This is the one-dimensional heat-conduction equation. To treat more than one-dimensional heat flow, we need consider only the heat conducted in and out of a unit volume in all three coordinate directions

$$q_x + q_y + q_z + q_{gen} = q_{x+dx} + q_{y+dy} + q_{z+dz} + \frac{dE}{d\tau} \tag{4}$$

and the energy quantities are given by

$$q_x = -K dy dz \frac{\partial T}{\partial x} \tag{5}$$

$$q_{x+dx} = - \left[K \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) dx \right] dy dz \tag{6}$$

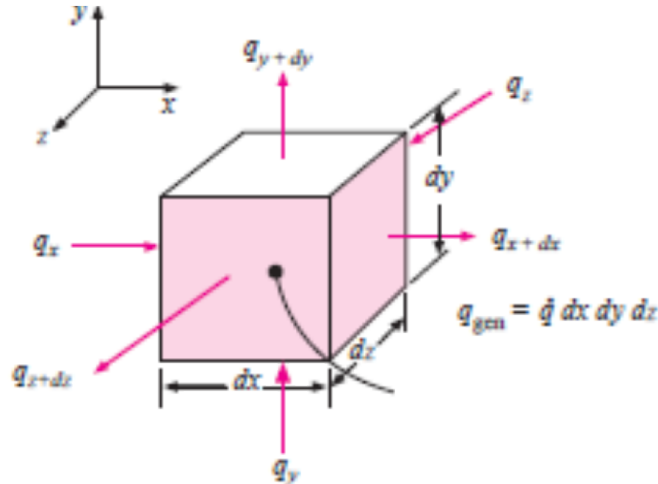
$$q_y = -K dx dz \frac{\partial T}{\partial y} \tag{7}$$

$$q_{y+dy} = - \left[K \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) dx \right] dx dz \quad 8$$

$$q_z = -K dx dy \frac{\partial T}{\partial z} \quad 9$$

$$q_{z+dz} = - \left[K \frac{\partial T}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} k \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right) dx \right] dx dy \quad 10$$

$$q_{gen} = \rho c dx dy dz \frac{dT}{d\tau} \quad 11$$



so that the general three-dimensional heat-conduction equation is

$$\frac{\partial}{\partial x} k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} k \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} k \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{q} = \rho c \frac{dT}{d\tau} \quad 12$$

For constant thermal conductivity, the above equation is written

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{dT}{d\tau} \quad 13$$

where the quantity $\alpha = k/\rho c$ is called the thermal diffusivity of the material. The larger the value of α , the faster heat will diffuse through the material. This may be seen by examining the quantities that make up α . A high value of α could result either from a high value of thermal conductivity, which would indicate a rapid energy-transfer rate, or from a low value of the thermal heat capacity ρc . A low value of the heat capacity would mean that less of the energy moving through the material would be absorbed and used to raise the temperature of the material; thus more energy would be available for further transfer. Thermal diffusivity α has units of square meters per second.

In the derivations above, the expression for the derivative at $x+dx$ has been written in the form of a Taylor-series expansion with only the first two terms of the series employed for the development

Steady state one dimension heat flow (no heat generation):

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \quad 14$$

Steady-state one-dimensional heat flow with heat sources:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{\dot{q}}{k} = 0 \quad 15$$

Two-dimensional steady-state conduction without heat sources:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{d^2 T}{dy^2} = 0 \quad 16$$

Convection heat transfer

$$Q = hA (T_w - T_\infty) \tag{17}$$

Here the heat-transfer rate is related to the overall temperature difference between the wall and fluid and the surface area A. The quantity h is called the convection heat-transfer coefficient, and the above equation is the defining equation. An analytical calculation of h may be made for some systems. For complex situations it must be determined experimentally

2.4 RADIATION HEAT TRANSFER

In contrast to the mechanisms of conduction and convection, where energy transfer through a material medium is involved, heat may also be transferred through regions where a perfect vacuum exists. The mechanism in this case is electromagnetic radiation. Limiting the discussion to electromagnetic radiation that is propagated as a result of a temperature difference; this is called thermal radiation.

Thermodynamic considerations show that an ideal thermal radiator, or blackbody, will emit energy at a rate proportional to the fourth power of the absolute temperature of the body and directly proportional to its surface area. Thus

$$q_{emitted} = \sigma AT^4 \tag{18}$$

Where σ is the proportionality constant and is called the Stefan-Boltzmann constant with the value of $5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$. The above equation is called the Stefan-Boltzmann law of thermal radiation, and it applies only to blackbodies. It is important to note that this equation is valid only for thermal radiation; other types of electromagnetic radiation may not be treated so simply.

The net radiant exchange between two surfaces will be proportional to the difference in absolute temperatures to the fourth power; i.e.,

$$\frac{q_{net\ exchange}}{A} \propto \sigma(T_1^4 - T_2^4)$$

In addition, we must take into account the fact that not all the radiation leaving one surface will reach the other surface since electromagnetic radiation travels in straight lines and some will be lost to the surroundings.

We therefore introduce two new factors in Equation (1-9) to take into account both situations, so that

$$q = F_\epsilon F_G A \sigma (T_1^4 - T_2^4) \tag{19}$$

where F_ϵ is the emissivity function, and F_G is the geometric “view factor” function.

2.5 MODELLING OF 12%CR STEEL FOR HEAT RESISTANCE

The design of the novel 12% Cr alloys is based on previous work of the Sauthoff et al

In a first step, calculations were carried based on MatCalc out for a reference alloy of composition 12% Cr, 0.2% Si, 0.2% V, 0.1% C and 0.05% N to determine the influence of the main alloy elements on the austenite stability and on the Laves phase formation.

2.5.1 INFLUENCE OF CO AND W ON MICROSTRUCTURE FORMATION

High contents of Co were intentionally used in order to stabilize the austenitic field, Co shows a high solubility in the ferrite and low solubility in the precipitates, and hence Co remains in the matrix as a solid solution. As an example, the influence of Co on the austenite stability of the reference alloy calculated by MatCalc is shown in Fig. 4-1. A single-phase austenite field above 1055°C is found for high Co contents above 1% (in order to avoid the formation of -ferrite in the reference alloy).

2.5.1.1 INFLUENCE OF W CONTENT

W is well known to increase the high temperature strength via solid solution hardening, suppressing the recovery of the martensitic matrix and increasing the stability of the precipitates by decreasing the self-diffusion rate. W is the most potent Laves phase former and for this reason it is interesting to determine the necessary amount of W in the reference alloy in order to form Laves phase at the temperature of interest (650°C). In Fig. 4-2 it can be seen that the Laves phase precipitates

for more than 1% W at 650°C. The amount of W is restricted to 5.5% in order to obtain single-phase austenite field at temperatures above 1085°C, avoiding the formation of α -ferrite which decreases the creep strength. In the phase field of interest, also ferrite and $M_{23}C_6$ carbides are observed. The $M_{23}C_6$ precipitate is of the type $(Cr, W, Fe)_{23}C_6$ whereas the Laves phase is of the type Fe_2W . [10]

The calculations also predicted a stable Z-Phase of the type CrVN, what is indeed expected due to the high amount of Cr in the alloy [9]. A high Cr content increases the driving force for the precipitation of the Z-Phase, which is more stable compared to VMX carbonitride in 12% Cr alloys. The elemental composition of 12% Cr Steel is contained in Table 1.

Table 1: Chemical composition of 12% Cr Steel

Fe	Cr	Mn	Ta	W	Cu	V	C	Al	B	N	Si	Co
Bal	12.30	0.70	0.17	3.50	1.0	0.022	0.15	0.028	0.30	0.07	0.45	2.58

Computer simulation of 12%Cr Steel

In the following, the MatCalc model is applied to the simulation of the precipitate evolution during the entire heat treatment and service of the 12%Cr steel.

First, a thermodynamic equilibrium analysis of this steel is performed, which provides an overview of the type and amount of different phases that can be expected to occur at given chemical composition and temperature. Then, the results of the kinetic simulation are discussed [11].

Thermodynamic equilibrium analysis

The thermodynamic equilibrium analysis is an important step in a comprehensive material Characterization. By this method, information can be obtained about, Figure 1 contained phase fraction diagram of 9-12%Cr Steel.

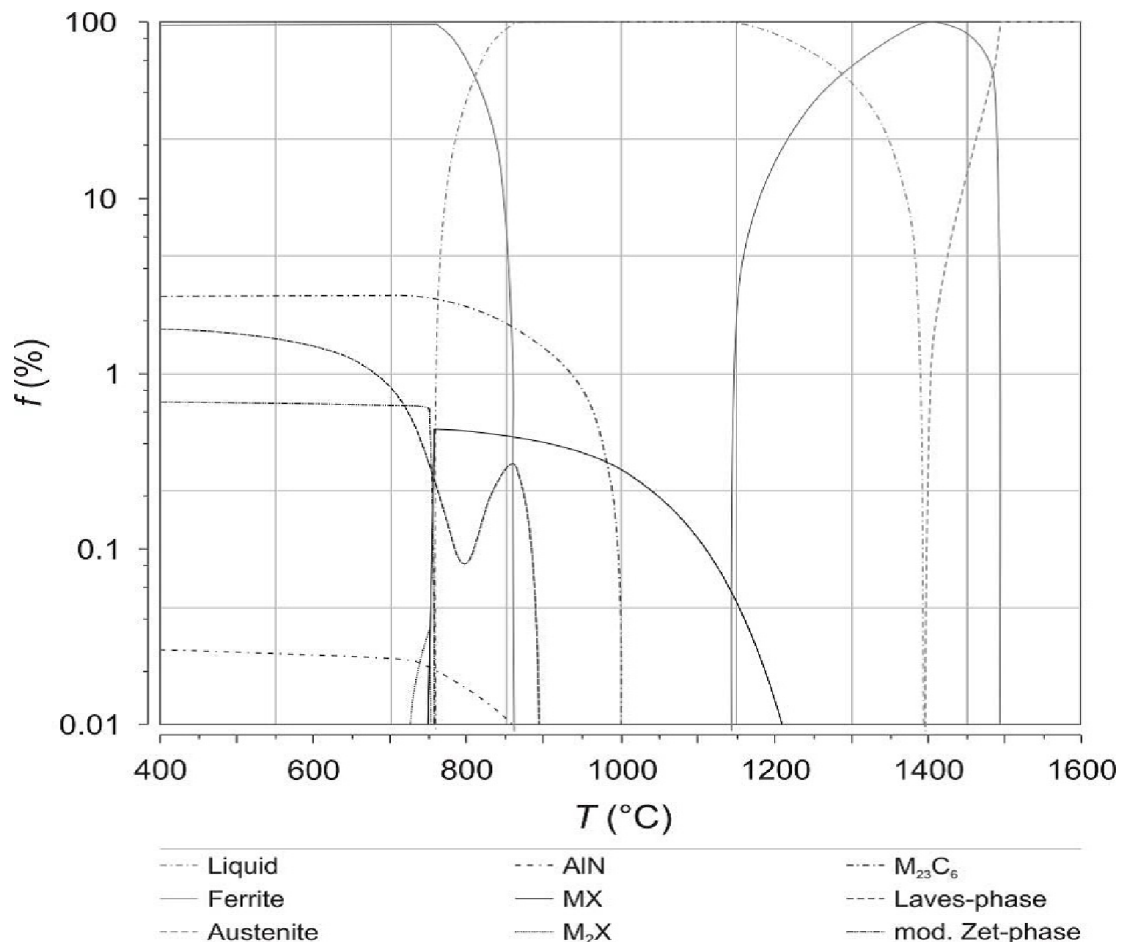


Figure 1: Calculated phase fraction diagram of 12% Cr Steel

3 DISCUSSION OF RESULTS

Precipitation strengthening is a key mechanism for improving mechanical properties of creep resistant materials. A corresponding methodology is introduced in this chapter. With the simulation software MatCalc and ThermoCalc, which is based on independent thermodynamic and kinetic databases and on a novel theoretical approach to model multi-component multi-phase precipitation kinetics, the strengthening contribution from precipitates is predicted for the entire life time of a sample on the example of the 9-12% Cr steels.

The initial microstructure of the simulated samples showed $M_{23}C_6$ carbides and MX particles and which calculations at the tempering temperature are in agreement with the thermodynamic equilibrium as shown in figure 2.

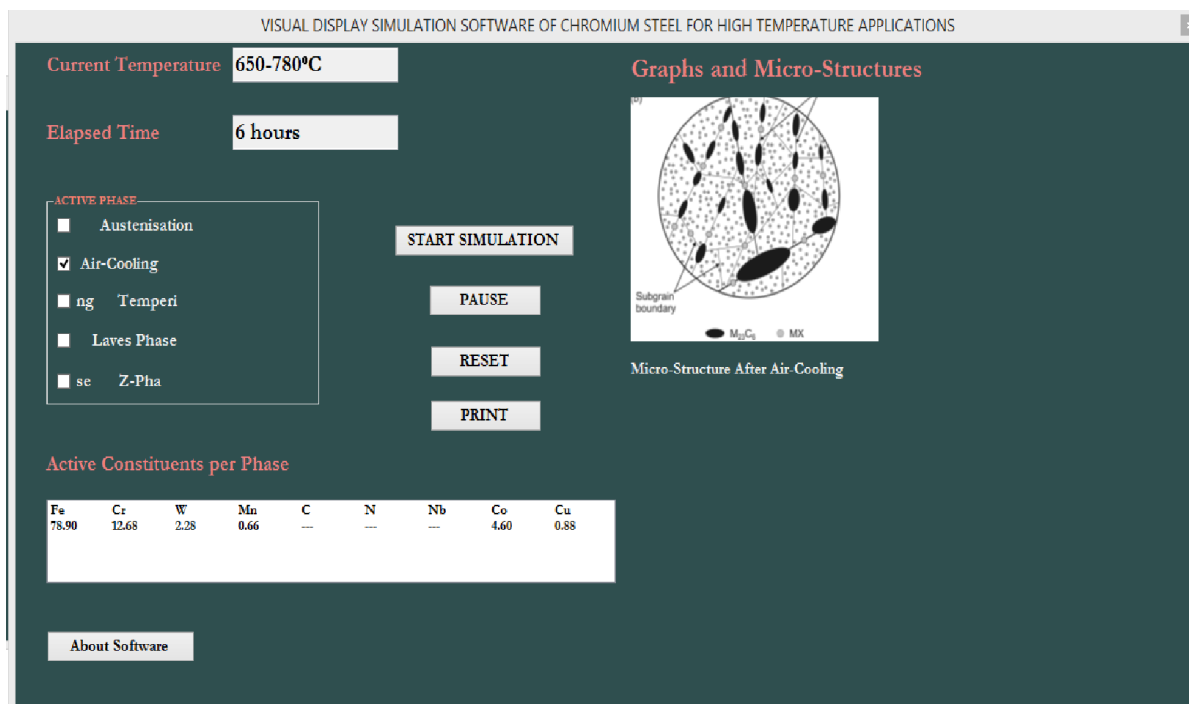


Figure 2 Visual Display Simulation Software showing microstructure of Cr Steel during tempering at 650-780°C

The observed phases after creep ($M_{23}C_6$ carbides, V-MX and Nb-MX particles and Laves phase) are in good agreement with the MatCalc and ThermoCalc calculations except for the Z-phase phase. The Z-phase was not detected in the microstructure after creep probably due to the slow precipitation kinetics of the Z-phase in the 9% Cr steels.

4 CONCLUSION

In the present work, a new methodology to model strengthening in steel was outlined on the basis of a physical microstructure-property relationship and heat treatment in combination with numerical simulations carried out with the software MatCalc and ThermoCalc.

Correlations between the microstructure evolution and the mechanical properties were studied. The conclusions of this part of the study are summarized as follows:

Processing parameters (austenitisation and tempering temperatures) were defined based on the phase diagram information. Investigations of the microstructures showed good agreement with the predicted phases of the thermodynamic modeling.

REFERENCES

- [1] Abe T., Kocer C., Sawada K., Toda Y., in: F. Abe, S. Muneki, X. Xie, K.T. Hong (Eds.), Tsukuba, 3rd Symposium on Heat Resistant Steels and Alloys for High Efficiency USC Power Plants 2009
<http://www.nims.go.jp/hrdg/USC/Proceeding/Proceeding031Abe.pdf>, (06.04.2010).
- [2] Bhadeshia H. K. D. H. and Weijei Liu, Lecture 8: Creep-Resistant Steel, Case Study, Graduate Institute of Ferrous Technology, POSTECH (1998).
- [3] Fujita T., Asakura K., Sawada T., Takamatsu T., Ootoguro Y., "Creep rupture strength and microstructure of low C-10Cr-2Mo heat-resisting steels with V and Nb", *Metall. Trans.A* 12A (1981), pp. 1071-1079.
- [4] Kozeschnik E., in: Janssens K.G.F., Raabe D., Kozeschnik E., Miodownik M.A., Nestler B.(Eds.), *Computational Materials Engineering – An Introduction to Microstructure Evolution*, Elsevier Academic Press, Burlington (2007), pp. 179-217.
- [5] Danielsen H. K., Hald J., "On the nucleation and dissolution process of Z-phase Cr (V, Nb) N in martensitic 12%Cr steels", *Mater. Sci. Eng A* 505 (2009) pp. 169-177.
- [6] Danielsen H. K., Hald J., Grumsen F. B., Somers M. A.J., "On the crystal structure of Z-phase Cr (V, Nb) N", *Metall. Mater. Trans. A* 37A (2006) pp. 2633-2640.
- [7] Abe F., Kern T.U, and Viswanathan R., "Creep-resistant steels", Woodhead Publishing, CRC Press Cambridge, England (2008)
- [8] Danielsen H. K., Hald J., "Tantalum-containing Z-phase in 12%Cr martensitic steels", *Scripta Mater.*60 (2009), pp. 811-813.
- [9] Dimmler G., Weinert P., Kozeschnik E., Cerjak H., *Mater. Charact.*51 (2003) pp. 341-352.
en.wikimedia.org/wiki/Continuum_mechanics.
- [10] Fujita N. and Bhadeshia H. K. D. H.: *Advanced Heat Resistant Steels for Power Generation*, San Sebastian, published by the Institute of Materials, London, in press (1998) pp. 1-20.
- [11] Robson J. D. and Bhadeshia H. K. D. H.: *Mat. Sci. Tech.*, (1997) pp. 631–644.

Nutritional improvement process for Blue Cibacron bleaching by *Coprinus cinereus* strain through statistical mathematical methods

Sanaâ Channaoui¹, Mohamed Blaghen¹, and Faouzi Errachidi²

¹Laboratory of Microbiology, Biotechnology and Environment, Faculty of Sciences Aïn Chock, University Hassan II, Casablanca, Morocco

²Laboratory of Physiology and Molecular Genetics, University Hassan II, Casablanca, Morocco

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

ABSTRACT: The study of the Blue Cibacron (BC) treatment process through an statistical mathematical methods (SMM) allows us to determine a relation between nutritional variables, which are nitrogen source concentration (N), phosphorus source concentration (P) and vitamin mixture concentration (Vit.) on the decrease of coloration by bio-treatment. A complete factorial design (2³) was made in order to determine the factors and their interactions which have a statistically significant influence on the studied response. Nitrogen source and vitamin mixture have a significant effect on the reduction of coloration; by contrast, Phosphorus source concentration does not have a significant effect. On the other hand, the interactions between the three factors have significant effects on the decrease of coloration. The discoloration activity is correlated with laccase activity.

KEYWORDS: Blue Cibacron, *Coprinus cinereus*, Nitrogen, Phosphorus, Vitamins, optimization and laccase.

1 INTRODUCTION

Major improvements in the methods of bioremediation attributed generally to the development of efficient strains are also closely related to parameters such as cultural conditions environment in which the microorganisms are exposed and which affect the performance of treatment [1].

The efforts to improve microbial bio-treatment frequently commence early in the development of a successful fermentation process and continue throughout in support of improved culture introduction and fermentation scale up activities [2]. Development of an economical bio-treatment medium requires the selection of a carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, potassium, and trace element source as well as an energy source that will support not only good microbial growth but also maximize remediation yield [3]. An equally important consideration is the cost of the nutrients, including not only the purchase price but also transportation, handling, and storage costs, any pretreatment costs (such as chemical or enzymatic hydrolysis), and special sterilization costs [4]. As medium development proceeds, other economic considerations, such as performance in stirred vessels, product recovery costs, and quality of the product, become important as well [5].

Medium optimization by the classical method involves changing one variable while fixing the others at a certain level. This mono-dimensional search is difficult and laborious, especially for an enormous number of variables, and often does not promise optimal conditions determination. An alternative method is to introduce a full factorial design exploration that would examine several possible combination of variables at suitable levels [6,7,8]. Media commonly used in environmental microbial process frequently do not become part of the process definition. Undesirable characteristics of culture media include repellent nutrient, support of suboptimal productivity, and support of the synthesis of closely related activity, and support of the synthesis of closely related product components.

This research has been designed to integrate the perspective of improvement of Cibacron Blue (BC) discoloration and it aims at determining the best values of factors and the best combinations between nutritional factors (Nitrogen concentration (N), Phosphorus concentration (P) & vitamin mixture concentration (Vit.)) susceptible to reach a decrease coloration in order to improve the efficacy BC discoloration. In this context, the present work, initially, aims modeling and optimizing of nutritional parameters of Blue Cibacron discoloration by the strain *Coprinus cinereus* grown on minimal medium.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

The fungus *Coprinus cinereus* used in this study was isolated from effluents contaminated dyes of an industrial sector of the city of Casablanca (Morocco). It has been identified based on morphological and biochemical characterization of the isolates grown on nutrient agar PDA (potato dextrose agar) [9] and by using taxonomic keys described by [10].

In this study two culture media were used: Potato Dextrose Agar (PDA), used in mycelium transfer and minimal medium (MM) containing [x1 g l⁻¹ K₂HPO₄, 0.1 g l⁻¹ MgSO₄, x2 g l⁻¹ (NH₄)₂SO₄, 0.5 g l⁻¹ NaCl, 20 mg l⁻¹ CaCl₂, 1.1 mg l⁻¹ MnSO₄, 0.2 mg l⁻¹ ZnSO₄, 0.2 mg l⁻¹ CuSO₄ and 0.14 mg l⁻¹ FeSO₄ (pH adjusted to 7 with 1M HCl)] used to assess BC discoloration. The MM medium was supplemented by a fraction of vitamin mixture containing 100X of (Biotin 2 µg, Calcium pantothenate 400 µg, Folic acid 2 µg, Inositol 2000 µg, Niacin 400 µg, p-Aminobenzoic acid 200 µg, Pyridoxine hydrochloride 400 µg, Riboflavin 200 µg and Thiamine hydrochloride 400 µg) [11]. The vitamin mixture was sterilized by filtration and aseptically added to the MM medium according to experimental design.

2.2 EVALUATION OF THE DISCOLORATION.

The minimal medium used in each experiment is added, after sterilization for 20 minutes at 121 °C, by Cibacron blue so as to obtain a final concentration of 25mg/liter. Then, each flask was inoculated with 0,1 or 0,2 mg / ml of biomass (dry weight). These are incubated for 24 hours in an incubator at 30 or 37 °C according to the experimental design. Discoloration was evaluated by reading the absorbance at 612nm against the template (untreated medium) [1].

2.3 EVALUATION OF LACCASE ACTIVITY

Laccase activity was determined using guaiacol as the substrate according to the method of Sandhu and Arora [12]. The assay mixture contained 4.80 ml of sodium phosphate buffer pH 6.0 (100 mM), 0.1 ml of Guaiacol (10 mM) and 0.1 ml of enzyme extract. One activity unit (U) was defined as the amount of enzyme oxidized 1µmol Guaiacol per minute. The kinetic reaction was spectrophotometrically recorded at 470 nm ($\epsilon = 21,600/M/cm$) incubated at 60 °C for 30 min, in an UV-Visible spectrophotometer (VWR Spectrophotometers,UV-VIS,1600PC). The enzyme activity was expressed as EU.

2.4 EXPERIMENTAL DESIGN

Many factors can significantly influence the discoloration of BC. The bibliographical data have advised us to study three factors: Nitrogen concentration (N), pH, Phosphorus concentration (P) and vitamin mixture concentration (Vit.) This study was performed according to factorial experiment design where the calculation of the coefficients of the polynomial model has been accomplished through the method of "least squares" with the use of coded variables. In fact, the act of replacing the natural variables by coded variables allows for the same domain of variation for each factor (between -1 and +1) and hence being able to compare the effect of factors among themselves. The lowest level is coded -1 while the highest level is coded +1 (Table 1).

Table 1. Levels of natural variables

Factors	levels	
	-1	+1
Nitrogen concentration(N) %	0,15	0,3
Phosphorus concentration (P)%	0.075	0,15
vitamin mixture concentration (Vit) (v/v)	1/50	1/10

A complete factorial design with 3 factors and n (number of tries) has been designed which will be equal to $8 \times 3 = (24)$. In this study, we have conducted 2 replicates for each trial.

A summary of the total tests can be seen in Table 2, which we have called "Table of Experiments".

Table 2. Table of experiments

Variables/trial	Nitrogen (N)	Phosphorus (P)	Vitamin (Vit.)
1	0,15	0,075	1/50
2	0,3	0,075	1/50
3	0,15	0,15	1/50
4	0,3	0,15	1/50
5	0,15	0,075	1/10
6	0,3	0,075	1/10
7	015	0,15	1/10
8	03	0,15	1/10

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

The statistical calculations (calculation of coefficients, T-test, analysis of variance, curves were done using the JMP software.

3 RESULTS AND DISCUSSION

On the basis of table 3, the mathematical model is written as follows and has the form:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2 +b_3X_3 +b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3+b_{23}X_2X_3+b_{123}X_1X_2X_3$$

To be able to conduct the statistical calculations and prevent that $n = p$, ($n =$ number of tests and $p =$ the number of estimated parameters starting from the model, in other words, the number of the model's coefficients), it is necessary to make replication. This is the case in this study (Y_1, Y_2 and Y_3). $a_0, a_1 \dots a_3, a_{12} \dots \dots a_{123}$: are the mathematical coefficients of the model. a_{ij}, X_i, X_j correspond to the interactions. $n = 24$: the number of realized experiments. p : the number of estimated parameters from the model.

Table 3. Factorial design experience of coded variables N(X_1), P(X_2) and Vit. (X_3).

Tests	x_0	x_1	x_2	x_3	X_{12}	X_{13}	X_{23}	X_{123}	Y_1	Y_2	Y_3	Y_{aver}
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	12	11	15	12,66
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	33	31	35	33
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	24	22	26	24
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	45	48	52	48,33
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	55	58	59	57,33
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	99	98	96	97,66
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	48	53	54	51,66
8	1	1	1	1	1	1	1	1	67	70	70	69

After the point estimate of effects (table 3), the model is written as:

$$(1) Y=49,20+12,79X_1 - 0,95X_2 - 19,70X_3 -2,37X_1X_2 + 1,62X_1X_3-7,62X_2X_3 -3,37X_1X_2X_3$$

3.1 THE SIGNIFICANCE OF EFFECTS

According to the test of significance of effects (T-test) of the study (table 4), we noticed that at $p < 0.0001$, nitrogen and vitamin factors have a significant effect on the decrease of coloration, on the contrary phosphors do not have any significant effect.

Table 4. Parameter estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	49,20	0,48	102,02	<.0001
N	12,79	0,48	26,52	<.0001
P	-0,95	0,48	-1,99	0,0643
Vit.	19,70	0,48	40,86	<.0001
N*P	-2,37	0,48	-4,92	0,0002
N*Vit.	1,62	0,48	3,37	0,0039
P*Vit.	-7,62	0,48	-15,81	<.0001
N*P*Vit.	-3,37	0,48	-7,00	<.0001

We also noted that the interactions between Phosphorus and vitamin (P*Vit), Nitrogen, Phosphorus and Vitamin mixture (N*P*Vit), have significant effects on the discoloration. Phosphorus factor cannot be ignored in the mathematical model because its interaction is high so the mathematical model (1) is retained.

$$(1) Y = 49,20 + 12,79X_1 - 0,95X_2 - 19,70X_3 - 2,37X_1X_2 + 1,62X_1X_3 - 7,62X_2X_3 - 3,37X_1X_2X_3$$

Variance analysis (Table 5) which aim is to compare the sum of differences squares due solely to regression (therefore to the model) with the sum of squares of the residues with the help of the F test.

Table 5. Variance analysis

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	7	15138,625	2162,66	387,3422
Error	16	89,333	5,58	Prob> F
C. Total	23	15227,958	-	<.0001

We noticed that $F(\text{observed}) > F(0.0001)$ and therefore we accept the hypothesis of the validity of the model.

$$(1) Y = 49,20 + 12,79X_1 - 0,95X_2 - 19,70X_3 - 2,37X_1X_2 + 1,62X_1X_3 - 7,62X_2X_3 - 3,37X_1X_2X_3$$

Since Y represents the decrease of Bleu Cibacron, and since the aim is to increase its value, it is the Nitrogen source and vitamin mixture which have the most important effect.

Limited to statistically significant words, we can adopt the mathematical model to find the relationships between the factors studied in pairs to draw the isoresponse (Contours plot) curves. This allows to decipher the interactions of the factors in pairs. These allowed us to draw isoresponse curves connecting temperature and pH, temperature and biomass and pH and biomass (Figures 2, 3 and 4). To trace the isoresponse curves, we used the JMP software that facilitates the task.

• Study of the interaction of Nitrogen (N) and Phosphorus

To study the fading under the experimental conditions of N and P, the factor X_3 , corresponding to the vitamin mixture (Vit.) may take discrete values (-1, +1) corresponding respectively to the values of 1/50 and 1/10 concentration of vitamin. Figure 1 shows the responses obtained in the experimental area bounded by the Nitrogen source (N) and Phosphorus source (P). From this figure, we see that the increase of N factor simultaneously and the decrease of P factor improve discoloration.

This figure (fig.1) explain in a clear the major effect of Nitrogen source in metabolic activities involved in BC treatment process.

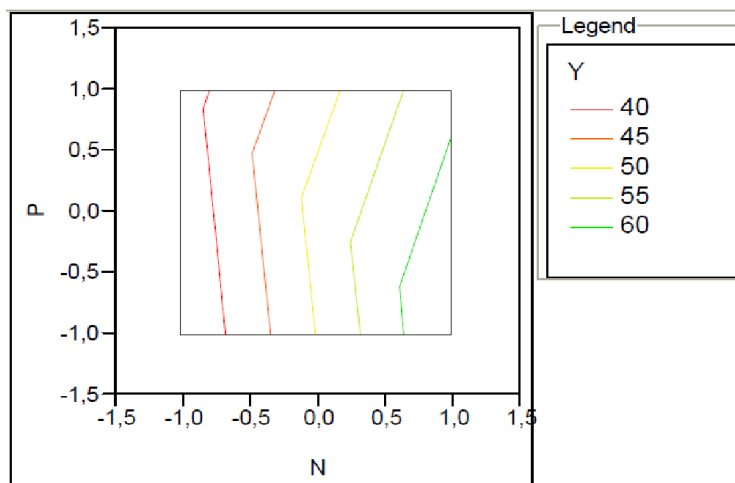


Fig.1 Contours plot of the N-P interaction

• **Study of the interaction between Nitrogen factor (N) and the vitamin mixture factor (Vit.)**

For the study of discoloration under the experimental conditions of Nitrogen factor (N) and the vitamin mixture factor (Vit.), X_2 factor corresponding to the Phosphorus source factor can take discrete values (-1, +1) which are respectively the values 0.07% and 0.15%.

Figure 2 embodies the responses obtained in the experimental area bounded by the Nitrogen (N) and vitamin mixture (Vit). From this figure, it also found that the increase of both factors simultaneously increasing discoloration (green curves) and reduction decreases discoloration. This can be explained by the positive correlation between Nitrogen source and vitamin mixture source.

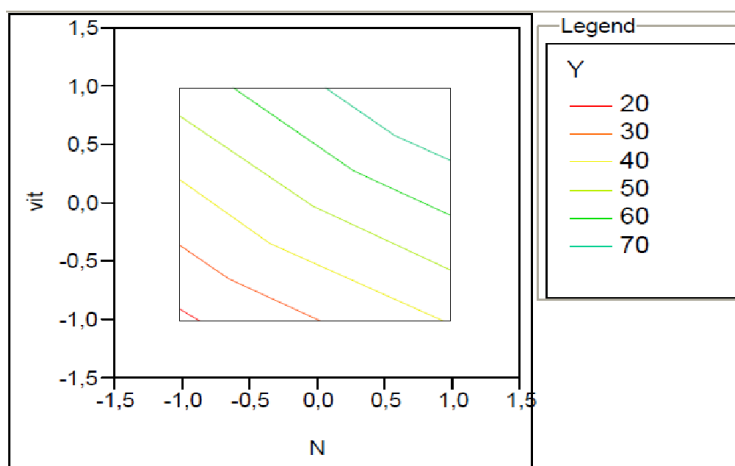


Fig.2 Contours plot of the N-Vitamin mixture interaction

• **Study of the interaction between Phosphorus source and vitamin mixture source**

For the study of discoloration under the experimental conditions of pH and biomass, X_1 factor corresponding to Nitrogen source, can take discrete values (-1 and +1) which are respectively values are 0.15% and 0.30%, figure 3 displays the isoresponses curves in the experimental zone bordered by the Nitrogen and Vitamin mixture. From this figure, we notice the existence BC bleaching in proportionality with the increase of vitamin mixture factor. Thus, the vitamin mixture factor could play an important role in controlling discoloration of Cibacron Blue.

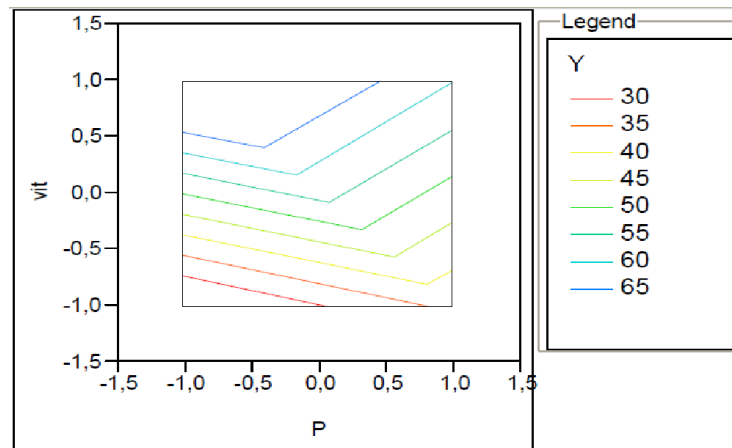


Fig. 3 Contours plot of the P-vitamin mixture interaction

The results shown in Figure 3 demonstrate that vitamin at high concentrations is favorable for maximizing the discoloration of BC. To prove that the discoloration of BC is related to the activities of peroxidases enzymes of the strain *Coprinus cinereus*, we have studied the enzyme laccase as a metabolic indicator of degradation pathways of this industrial dye. The results shown in figure 4 display that there is a high correlation between discoloration and oxidoreductase activity of the enzymes involved in the degradation of xenobiotics such as BC.

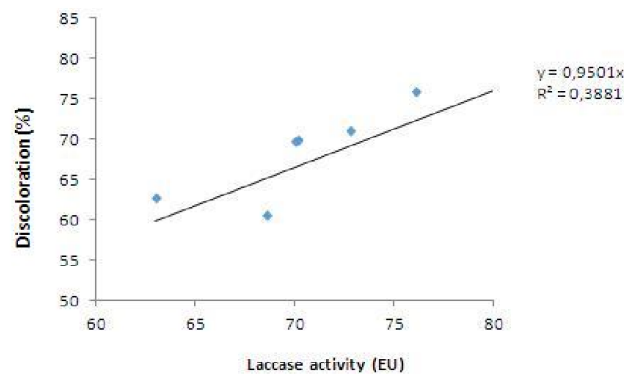


Fig. 4 Correlation between discolorations (%) and Laccase activities (EU)

The coefficient of determination ($r^2 = 0.3881$) means that the correlation coefficient (r) equals 0.62. This value shows the existence of a significant positive correlation between BC discoloration and laccase activity used in this study as a metabolic indicator.

4 CONCLUSION

The overall results of this preliminary study, using the full factorial design shows that the optimal conditions for obtaining the best yields are fading as follows:

- A Nitrogen source at 0.3% concentration,
- A Vitamin mixture at 1/10 dilution.
- The discoloration of BC is due mainly to activities involved in oxidative degradation of refractory compounds in primary metabolism. These results, however preliminary, gives an idea about the methods to optimize the biological treatment of BC.

We intend in this research, further optimize the discoloration of Cibacron Blue studying nutritional factors combined to physicochemical factors in a single plane of experience to master discoloration Cibacron Blue. This multi-dimensional exploration is useful for a small number of variables but impractical for a large number of variables (6 factors : 3

physicochemical and 3 nutritional factors) because of the huge number of experimental run required to complete the search. Therefore, a more practical method (such as the Plackett-Burman design [13]) is recommended when more than five independent variables are to be investigated.

REFERENCES

- [1] Moutaouakkil A. and Blaghen M. Decolorization of the Anthraquinone Dye Cibacron Blue 3G_A with Immobilized *Coprinuscinereus* in Fluidized Bed Bioreactor. *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol. 47, No. 1, pp. 59–65, 2011.
- [2] Petra Gronemeyer, Reinhard Ditz and Jochen Strube. Trends in Upstream and Downstream Process Development for Antibody Manufacturing. *Bioengineering*, 1, 188-212. 2014
- [3] Zabriskie, D. W., W. B. Armiger, D. H. Phillips, and P. A. Albano. *Traders' Guide to Fermentation Media Formulation*. Traders' Protein Division of Traders' Oil Mill, Fort Worth, Texas. 57 pp. 1980.
- [4] Simin Hagh Nazari. Sonicated date syrup media preparation for microbial culture. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(3), pp. 424-432, 17 January, 2011.
- [5] Vogel, Henry C. (ed.), *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook*, Noyes Publications, Park Ridge, NJ, 1983.
- [6] Carl-Fredrik Mandenius and Anders Brundin. Bioprocess Optimization Using Design-of-Experiments Methodology. REVIEW: BIOCATALYSTS AND BIOREACTOR DESIGN. *Biotechnol. Prog.* 24, 1191-1203, 2008.
- [7] Joshi, Sanket, Sanjay Yadav, Anuradha Nerurkar, and Anjana J. Desai. Statistical Optimization of Medium Components for the Production of Biosurfactant by *Bacillus licheniformis* K51. *J. Microbiol. Biotechnol.* 17(2), 313–319, 2007.
- [8] Giuliano Dragone, Solange I. Mussatto, João B. Almeida Silva, José A. Teixeira. Optimization of ethanol production from cheese whey powder by *Kluyveromyces fragilis* using factorial design and response surface methodology. *Proceedings of the 10th International Chemical and Biological Engineering Conference – CHEMPOR*, 2008.
- [9] Riddell, R. W., Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. *Mycologia* 42:265-270, 1950.
- [10] De Hoog, G.S. Guarro, J. Gene, J. and Figueras, M.J., *Atlas of Clinical Fungi*, 2nd ed., Utrecht/Reus: Centraal bureau Voor Schimmel cultures, Universitat Rovirai Virgili, 2000.
- [11] Kreger-van Rij, N. J. W. Systems of classification of the yeasts. In: Kreger-van Rij, N. J. W. (ed.). *The Yeasts: A Taxonomic Study* Third revised and enlarged edition Elsevier. Amsterdam. 1984.
- [12] Daljit Singh Arora and Paramjit Kaur Gill. Laccase production by some white rot fungi under different nutritional conditions. *Bioresource Technology* 73, 283±285 7, 405–408, 2000.
- [13] Plackett, R. L., and J. P. Burman.. The design of optimum multifactorial experiments. *Biometrika* 33:305-325, 1946.

