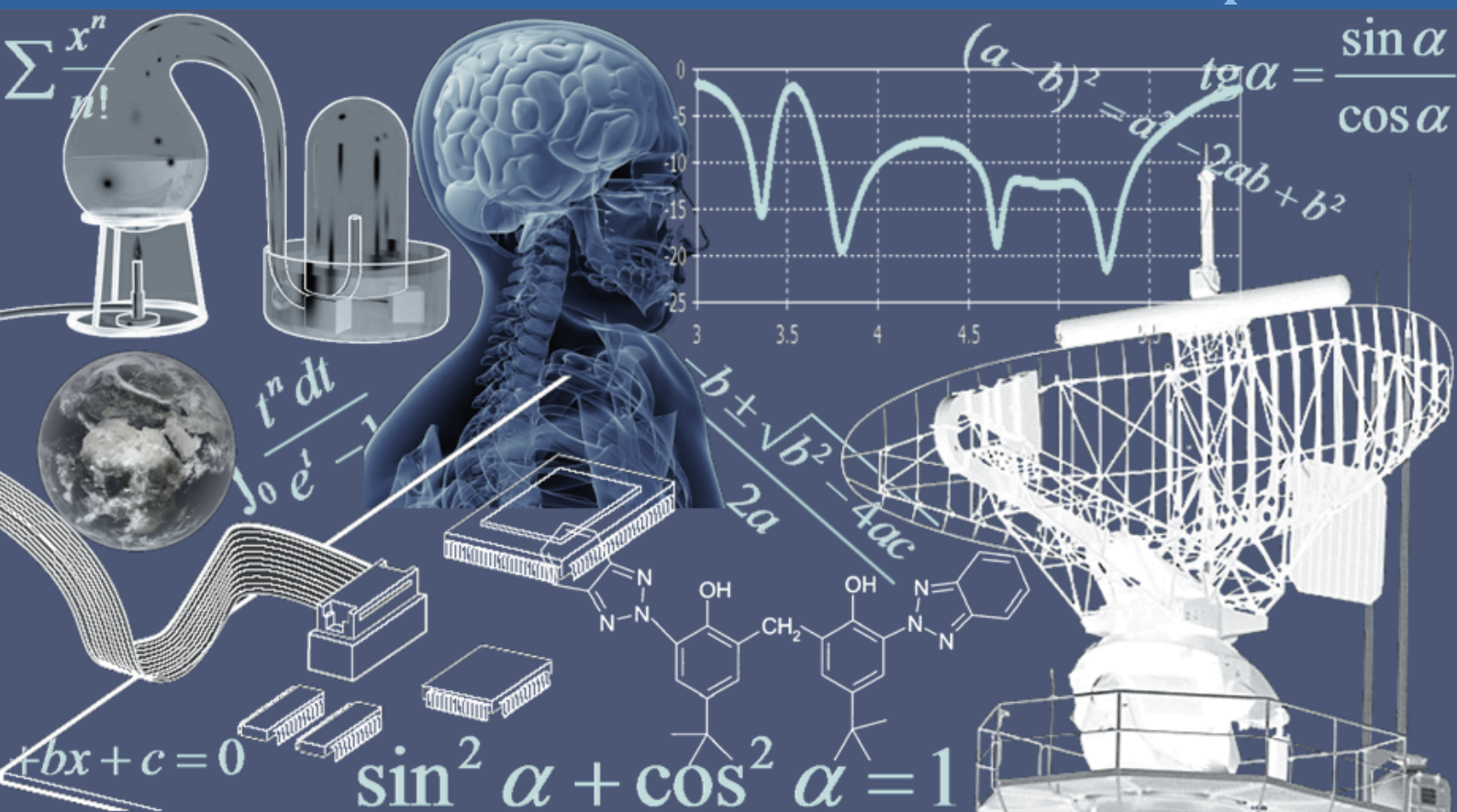


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 15 N. 2 April 2016



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

IMPACT DE LA CONSOMMATION EXCESSIVE DES BOISSONS ALCOOLISÉES SUR LA SURVENUE DES CARDIOPATHIES À KINSHASA	225-231
Detection methods of Enterobacteriaceae producing extended spectrum bêta lactamase	232-239
The frequency of CTX-M gene in Enterobacteriaceae ESBL of hospital origin	240-245
A comparative study of the biochemical compounds found in three species of Vigna (Vigna angularis L., Vigna mungo L. and Vigna radiata L.) under salt stress conditions	246-249
The use of the electric field in the treatment of eutrophication	250-263
The effectiveness of artificial recharge by treated wastewater in combating seawater intrusion – The case study of Korba-El Mida aquifer (Cape Bon, Tunisia)	264-274
Facteurs de risque environnementaux de la persistance du paludisme dans la banlieue de Dakar (Guédiawaye – Pikine)	275-290
THE UYGHUR (A TROUBLED MINORITY OF CHINA)	291-297
The Arab Designer between the problematic & problem of designing Jewelry with an Arab-Identity	298-306
Etude sur le développement et l'efficacité de « la formation en cours d'emploi » au sein de l'entreprise marocaine : Cas du secteur BTP au Maroc	307-318
Etude de la variation de la qualité des fruits de dix clones de clémentinier (Citrus clementina) dans la région du Gharb	319-328
Implementation of a new approach for modeling and determining the electrical parameters of solar cells	329-338
L'entrepreneuriat comme orientation de carrière : Le cas des ingénieurs marocains	339-351
PROFITABILITY OF SNAIL FARMING IN NDOKWA WEST LOCAL GOVERNMENT AREA, DELTA STATE, NIGERIA	352-359
Diagnostic différentiel entre lymphome cérébrale primitif et gliome malin : Apport de l'Imagerie par résonance magnétique multimodale	360-366
Un survol du concept d'entrepreneuriat	367-374
Nouvelle méthode d'amélioration de la qualité des mesures électriques : Application à l'extraction des paramètres intrinsèques des cellules photovoltaïques	375-386
Evaluation de la résistance de quelques lignées et écotypes de niébé (Vigna unguiculata (L.) WALP.) au Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus au Burkina Faso	387-394
Comportement d'endettement des PME au Maroc : Etat des lieux et facteurs explicatifs	395-405
First 3 cases of glycogen storage disease type 1b diagnosed in Morocco: genetic and clinical features	406-411
Propriétés physiques des graines du cumin (Cuminum cyminum) dans la réserve de biosphère des oasis du Maroc	412-419
VALIDITE DES MESURES PREVENTIVES CONTRE LES RISQUES PROFESSIONNELS DANS LES USINES DE LA GECAMINES / LUBUMBASHI / RDC	420-429
INCIDENT DES ACCIDENTS DE TRAVAIL SUR LE RENDEMENT DU PERSONNEL A LA S.N.E.L/LUBUMBASHI/R.D.C	430-436
Factors influencing the Rheumatoid Arthritis Impact of Disease (RAID) score for Moroccan patients with rheumatoid arthritis (RA)	437-442
Enhancing Dyeing of Wool Fabrics with Natural Kamala Dye via Bio-Treatment with Safflower Extract	443-456

IMPACT DE LA CONSOMMATION EXCESSIVE DES BOISSONS ALCOOLISÉES SUR LA SURVENUE DES CARDIOPATHIES À KINSHASA

[IMPACT OF EXCESSIVE ALCOHOL CONSUMPTION ON THE OCCURRENCE OF HEART DISEASE IN KINSHASA]

Bertin Mukuna Nyembo¹, Omer Ndjekembo Tanunga¹, and Jean Pierre Dipumba²

¹Institut Supérieur des Sciences de santé de la Croix Rouge / Section des Sciences infirmières, BP. 12.1494, ISSS/CR, Kinshasa, RD Congo

²Institut Supérieur Pédagogique de Kabinda, Département de français linguistique et langues africaines BP.69, (ISP), Kabinda, RD Congo

Copyright © 2016 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 is the subject of the problem of the abuse of liquor and its impact on the health of the population particularly in the occurrence of cardiovascular diseases among consumers.

The main objective is to contribute to the reduction of morbidity and mortality associated with excessive consumption of alcohol. This study is carried out in the Democratic Republic of Congo, in the vile town of Masina in Kinshasa. The study has resorted to taking the blood pressure in 115 regular consumers of alcoholic bossons people.

The end result mounts a prevalence of 15.3% of alcohol consumption (excluding liqueurs) with an average of six bottles per day and a likelihood accumulation of alcohol in the order of the body: 30% (if it is Primus, Skol and Nkoy); Mutzig and 33% and 39% Doppel (pourTurbo King). These consumers have symptoms of hypertension in 20% of cases; and heart disease in 27.8% of cases (14% idiopathic frequent heart palpitations spontaneous vertigo 7.8%; 6% of hypotension).

KEYWORDS: Consumption of alcohol; Alcohol and heart disease.

RESUME: La présente étude fait l'objet de la problématique de la consommation abusive des boissons alcoolisées et son impact sur la santé de la population particulièrement dans la survenue des maladies cardiovasculaires chez les consommateurs.

L'objectif principal est de contribuer à la réduction de la morbidité et mortalité liée à la consommation excessive de l'alcool. Cette étude est réalisée en République Démocratique du Congo, dans la ville de Kinshasa commune de Masina. L'étude a recouru à la prise de la tension artérielle chez 115 personnes consommateurs réguliers des bossons alcoolisés.

Le résultat final montre une prévalence de 15,3 % de consommation de l'alcool (hormis les liqueurs) avec une moyenne de 6 bouteilles par jour et une probabilité d'accumulation de l'alcool dans l'organisme de l'ordre de : 30% (s'il s'agit de Primus, Skol et Nkoy) ; 33% pour Mutzig et Doppel et 39% (pourTurbo King).

Ces consommateurs présentent des symptômes d'hypertension dans 20 % de cas ; et des cardiopathies dans 27,8 % de cas (soit 14 % des palpitations cardiaque idiopathiques fréquentes ; 7,8 % des vertiges spontanés ; 6 % des hypotendus).

MOTS-CLEFS: Consommation de l'alcool ; Alcool et cardiopathies.

1 INTRODUCTION

L'alcool est une substance psychoactive capable d'entraîner la dépendance, largement utilisée dans de nombreuses cultures depuis des siècles. L'usage nocif de l'alcool entraîne une charge de morbidité, ainsi qu'un fardeau économique et social important pour les sociétés.

L'alcool agit sur les personnes et sur les sociétés de nombreuses façons et ses effets sont déterminés par la quantité consommée, les modes de consommation et en rares occasions, par la qualité de l'alcool consommé. En 2012 près de 3,3 million de décès, soit 5,9% de la totalité des décès dans le monde, étaient attribuables à la consommation d'alcool [1].

L'usage nocif de l'alcool peut également avoir des effets sur d'autre personne qui n'en consomme pas, telle que les membres de la famille, l'entourage, les collègues ou des étrangers. En outre, il a des effets sanitaires, sociaux et économiques importants sur la société en général.

La consommation d'alcool est un facteur étiologique dans plus de 200 maladies et traumatismes. Elle est associée au risque d'apparitions de problèmes de santé tels que les troubles mentaux et comportementaux, y compris la dépendance à l'égard de l'alcool, des maladies non transmissibles majeurs telles que, la cirrhose de foie, certain cancers et des maladies cardiovasculaires, ainsi qu'à des traumatismes résultant d'actes de violence et d'accidents de la circulation [1].

Dernièrement, de relation et causes à effet ont été mises en évidence entre la consommation d'alcool et l'incidence de maladies infectieuses telles que la tuberculose ou dans l'évolution du VIH/SIDA. La consommation d'alcool chez la femme enceinte peut entraîner le syndrome d'alcoolisme fœtal ou de complications liées à la prématurité [2].

Un propos important de la charge de la morbidité attribuable à la consommation nocive d'alcool provient des traumatismes intentionnels ou non intentionnel, y compris dans le cadre d'accidents de la circulation routière, de la violence ou des suicides. Les blessures mortelles attribuables à la consommation d'alcool touchent généralement des groupes d'âge relativement plus jeunes [3].

La consommation de l'alcool à des effets immédiat et à long terme [4]. Il peut avoir des effets sur certains organes vitaux comme le foie ou le cerveau. Autrement dite la consommation excessive d'alcool (alcoolisme chronique) conduit à des troubles multifonctionnels telles que des problèmes psychologique et sociaux c'est à ce titre que la consommation d'alcool constitue donc un grave problème de santé publique.

Au niveau mondial, il est établi que les adultes consomment en moyenne 5 litres d'alcool pur par an que ce soit sous forme de bière, le vin ou de spiritueux. La consommation moyenne d'alcool la plus élevée en Europe, suivi du continent américain puis du continent africain. Elle a tendance à s'accroître avec le développement économique [5].

Selon les fiches statistiques de l'OMS, alors que la consommation mondiale équivalent à 6,13 litres d'alcool pur par personne âgée de plus de 15 ans, les français boit en moyenne 13,7 litre d'alcool par an. Il se classe ainsi devant la Pologne (13,31) ou le royaume uni (13,41) pas très loin de 15,7 litres de la Russie. Mais le litre de champion du monde revient sans conteste à la Moldavie, avec pas moins de 19,2 litres éclusés par an et par habitant [2].

Le degré de risque de consommation nocive d'alcool varie avec l'âge, le sexe et d'autres caractéristiques biologiques du consommateur. En outre, le degré d'exposition aux boissons alcoolique et le contexte dans lequel à lieu leur consommation joue également un rôle [6].

Etant donné que la santé n'a pas de prix, la consommation d'alcool constitue un fléau social. Elle n'épargne aucun individu. Alors que les hommes sont les premières victimes d'alcoolisme, les études récentes montrent que la consommation d'alcool des femmes et des jeunes connaît une grande augmentation. Quelques 2 milliard des personnes à travers le monde consomment des boissons alcoolisées. La consommation d'alcool peut nuire tant à la santé qu'aux relations sociales. La nature et l'intensité de ses effets dépendent à la fois de quantité totale d'alcool consommée dans le temps et des habitudes de consommation [4].

La consommation nocive d'alcool est un problème mondial qui compromet autant le développement social que celui de l'individu. Il provoque 2,5 millions de décès chaque année et entraîne également des dommages qui vont au-delà et la santé physique et psychologique du buveur. A cet effet le bien-être et la santé de l'entourage du buveur est également atteint [3].

Une personne ivre peut faire du mal aux autres ou les expose au risque d'accidents de la circulation ou de comportement violents, ou encore avoir un comportement ayant des effets préjudiciables sur les collègues de travail, l'entourage familial, les amis ou des étrangers. Ainsi l'impact de l'usage nocif de l'alcool est profond dans la société.

Ainsi, l'alcool est le troisième facteur de risque de morbidité et d'incapacité dans le monde, c'est le principal facteur de risque dans les régions du pacifique occidental et des Amériques et le deuxième en Europe.

D'autre part, 320.000 jeunes âgés de 15 à 29 ans meurent de cause liée à l'alcool, responsables de 9% des décès dans ce groupe d'âge. Chez la femme enceinte la consommation d'alcool peut entraîner un syndrome d'alcoolisation préjudiciable à la santé et au développement du nouveau-né [4].

Notons que la consommation d'alcool n'est pas entièrement représentée dans les registres nationaux ou dans les enquêtes, en raison notamment de la production par la particuliers et du commerce non déclaré.

Par conséquent, la consommation nationale d'alcool est souvent largement sous-estimée, particulièrement dans le pays en développement et en Europe de l'Est par un rapport mondial sur le drogue 2012 initial nation office par contre la multiplicité des sociétés privée qui en fabrique laisse percevoir le taux élevé des consommateurs ainsi que les risque que cette substance constitue pour la société [7].

Les boissons traditionnelles fabriquées localement sont très puissantes, surtout en Afrique, celles-ci étant souvent moins chère que les boissons fabriquées industriellement. En raison du manque de contrôle, elles peuvent contenir de substances nocives pouvant favoriser certainement la mort, la cécité ou de maladies.

Toutes fois, les boissons traditionnelles ont généralement un taux d'alcool mal connu et jouent un rôle socio-économique important au sein des communautés locales, chez les jeunes âgés de 15 à 29 an ce taux grimpe jusqu'à 9%.

D'après un nouveau rapport publié par l'OMS en 2005, les politiques doivent être plus largement appliquées si l'on veut sauver de vies et réduire la répercussion sur la santé de la consommation nocive d'alcool [8].

Au niveau africain, on observe une hausse de la consommation d'alcool, OMS précise que la consommation mondiale équivalente à 13 litres d'alcool pur par personne âgée de plus [2].

Si le taux de mortalité est bien sur en lien avec l'absorption d'alcool, l'OMS tient aussi compte des dégâts collatéraux pour évaluer le nombre de décès liés à ces substances. La consommation nocive est « l'usage excessif au point de causer des problèmes de santé et qui inclut souvent des effets sociaux négatifs ». Parmi lesquels la violence autour de son entourage, les relations sexuelles non-protégées ou l'absentéisme au travail.

Une mortalité directement liée à l'alcool qui diffère aussi selon les catégories de population. Les deux sexes ne sont pas égaux devant l'alcool 6,2% des hommes décèdent à cause de leurs consommation ou des dégâts collatéraux contre 1,1% des femmes. En France, cet écart est réduit à 4,54% et 1,07% des statistiques les chiffres de Russie ou un homme sur cinq meurt à cause de l'alcool [2].

Aucun continent, n'est épargné par la nocivité de l'alcool. Depuis les années 1960, en Afrique noire, l'engouement de la population pour les boissons alcoolisées manufacturées contribue à une augmentation vertigineuse du nombre qui vient s'ajouter à une forte consommation traditionnelle. C'est ainsi que la consommation d'alcool pur par tête a augmenté de 41,6% seulement entre 1960 et 1980.

Avec un fort taux de mortalité de 15,3% et une espérance de vie à la naissance faible de 48ans, le Cameroun, grand pays d'Afrique central de 16,4 millions d'habitant connaît d'énormes problèmes sanitaires imputés aux consommations élevées d'alcool.

En RDC, personne n'est épargnée par la nocivité de l'alcool, depuis les années 1960, l'engouement de la population pour les boissons alcoolisées manufacturées contribue à une augmentation vertigineuse des nombres de brasseries et distilleries. Cette avidité d'alcool vient s'ajoute à une forte consommation traditionnelle [9].

C'est ainsi que la consommation d'alcool par tête a augmenté sensiblement et cela est à l'origine des plusieurs désastres on observe aussi un fort taux de mortalité lié à l'alcool de 15,3% alors que l'espérance de vie à la naissance est faible de 48 ans. Dans l'ensemble la RDC, grand pays d'Afrique central connaît d'énormes problèmes sanitaires imputés aux consommations élevées d'alcool [9].

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU ET MATÉRIEL

Cette étude est réalisée dans la commune de Masina, ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo. Les sujets enquêtés ont été rencontrés dans leur résidence en dehors de tout état d'ivresse. La taille de l'échantillon est de 115 personnes.

2.2 MÉTHODES

La technique d'interview complétée par le prélèvement de signes vitaux (tension artérielle et pulsation). Les informations obtenues ont été compilées sur les logiciels Excel pour présenter les résultats sur les graphiques en termes de fréquence.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

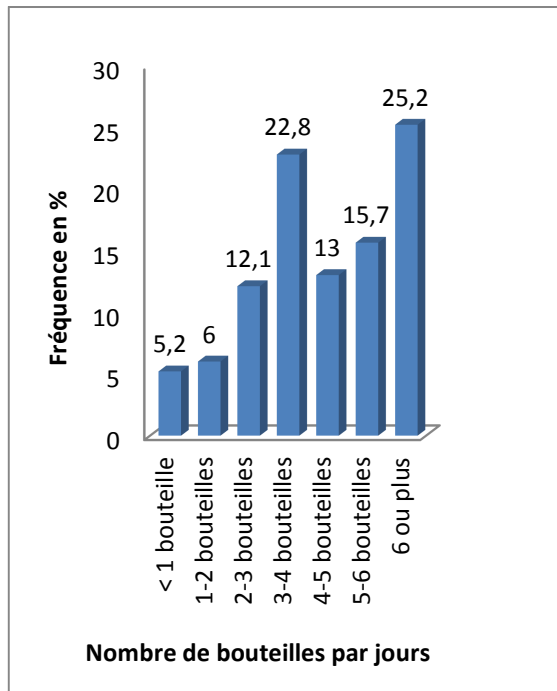
3.1 FREQUENCE DE LA CONSOMMATION DES BOISSONS ALCOOLISEES

Les résultats de cette étude sont focalisés sur les aspects suivants : la quantité (le nombre de bouteilles) de bières consommées par jours et la présence des symptômes de cardiopathie chez les mêmes consommateurs. Nous retenons dans cette étude six catégories de boissons alcoolisées déclarées par les personnes interviewées : Primus, Skol, Nkoy, Mutzing, Doppel et Turbo King.

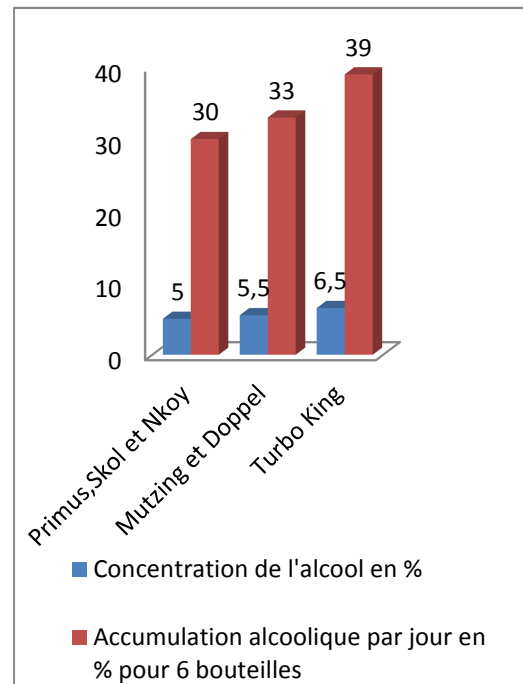
Outre, les liqueurs souvent consommés en petite quantité mais à effet croissant ; il se révèle de cette étude que 25, 2 % consomment six bouteilles de bières ou plus ; 15,7 % prennent cinq à six bouteilles; 13 % quatre à cinq bouteilles; 22,8 % trois à quatre bouteilles; 12,1 % deux à trois bouteilles ; 6 % une à deux bouteilles et 5,2 % moins d'une bouteille par jours. La mise en relation de nombre de bouteilles consommées par jours et la nature de la boisson alcoolisée montre une accumulation en alcool dans l'organisme de grands consommateurs (plus de 6 bouteilles), de l'ordre de :

- 30% s'il s'agit de Primus, Skol et Nkoy ;
- 33% pour Mutzig et Doppel ;
- 39% pour Turbo King.

Cette forte accumulation de l'alcool dans l'organisme serait à l'origine de plusieurs maladies du système circulatoire dans cette population. Les données ci-dessus font l'objet des graphiques 3.1. et 3.2.



Graphique 3.1. Répartition des enquêtés selon le nombre de bouteilles consommées par jours



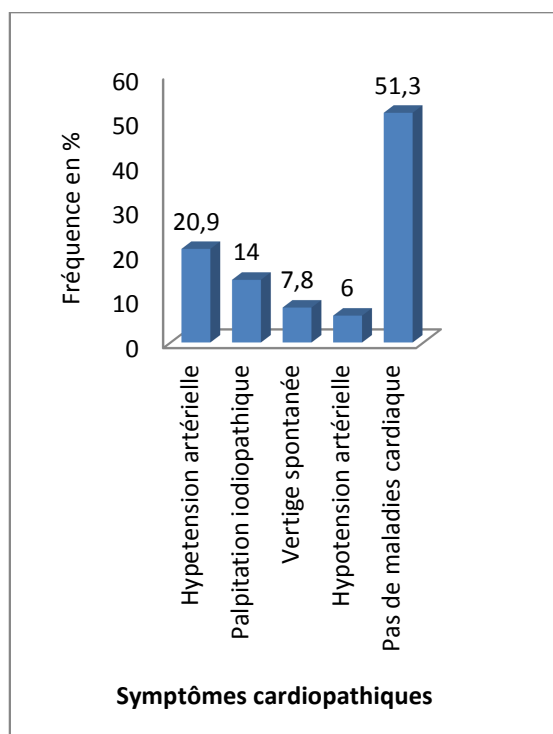
Graphique 3.2. Relation entre la bière consommée et accumulation alcoolique dans l'organisme

A la lumière de ces deux graphiques nous constatons que l'accumulation de l'alcool en organisme est proportionnelle au nombre de bouteilles et au type de la bière consommés par jours. Nous considérons dans cette étude comme population à risque les grands consommateurs de la bière (4 à 6 bouteilles par jours).

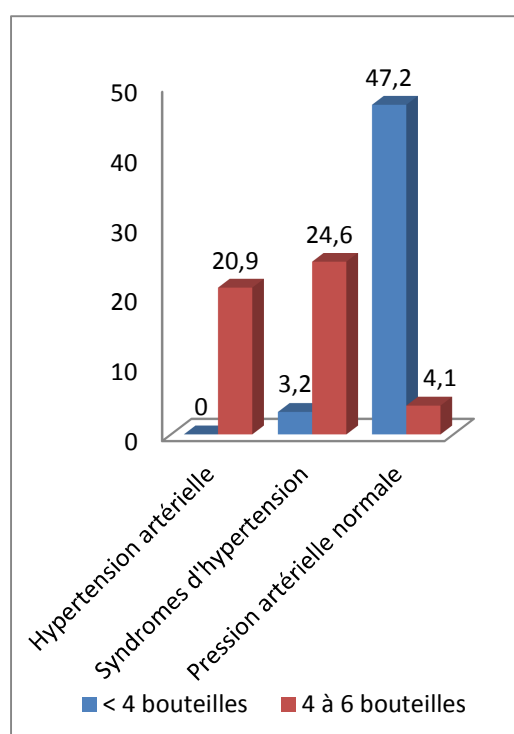
3.2 RELATION ENTRE ALCOOLISME ET CARDIOPATHIES

La recherche des symptômes cardiopathiques chez les consommateurs de boissons alcoolisées interviewés révèle 48,7 % de sujets présentant les signes précurseurs d'une quelconque maladie cardiaque soit 20,9 % de signe d'hypertension, 14 % de palpitations idiopathiques ; 7,8 % des vertiges et 6 % de signes d'hypotension.

La concentration de l'alcool dans l'organisme est d'autant plus important que le sujet cherche à atteindre son plaisir qui correspond à la motivation autonome et soulager ses sentiments qui correspond à la motivation contrôlée qui tend à la sortie de secours [7]. Les graphiques 3.3. et 3.4. présentent respectivement les symptômes cardiopathiques chez les enquêtés.



Graphique 3.3. Fréquence des symptômes Cardiopathiques chez les enquêtés



Graphique 3.4. Relation entre nombre de bière consommées et survenue d'hypertension

Nous considérons dans cette étude le critère de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui situe le début d'hypertension artérielle lorsque la pression diastolique obtenue chez l'enquêté est supérieure ou égale à 90 mmhg (millimètre de mercure).

Par ailleurs, constatons que les quatre signes ci-dessus traduisent un dysfonctionnement de la circulation sanguine chez les enquêtés ; ce qui favorise la survenue des maladies cardiaques dans la population (graphique 3.3). Dans le graphique 3.4. ; le risque d'hypertension artérielle plus important lorsque le nombre de bouteilles de boissons alcoolisées est élevé. L'étude montre 20,9 % de sujets hypertendus pour les grands consommateurs. Dans la même catégorie 24,6 % présentent l'hypertension masquée contre 3,2 % chez les consommateurs modérés. La tension artérielle était normale dans 47,2 % chez les consommateurs modérés contre 4,1 % chez les grands consommateurs.

Nos résultats corroborent à l'idée de Choquet qui stipule que l'effet le plus classique chez les alcooliques est la réduction de calibre des artères par inhibition des artérites, cet effet bénéfique est un peu controversé car il est dû aux folâtres qui sont des molécules présentes dans beaucoup de boissons alcoolisées. Ce qui favorise à la longue un dérèglement de la circulation sanguine. Par conséquent, l'hypertension artérielle est assez régulièrement constatée, et l'alcool est considéré comme étant la première cause d'hypertension artérielle [10].

Sur le système veineux, les boissons alcoolisées aggravent les douleurs veineuses et les problèmes héroïdes. Ceci favorise chez les grands alcooliques une atteinte du muscle cardiaque pouvant aller jusqu'à l'insuffisance cardiaque et la mort [11].

Il est établi que dans beaucoup de cas, l'hypertension et l'artérite se traduisent par les palpitations qui se manifestent après la prise de certaines boissons alcoolisées que le sujet considère comme un moindre mal, ce qui favorise en outre une évolution à longue durée d'hypertension artérielle masquée [12].

La conséquence redoutable constatée dans la communauté ce sont les crises d'hypertension spontanées et des décès imprévisibles qui se traduisent par un arrêt cardiaque brusque chez la plupart des personnes alcooliques.

Ces résultats ne s'écartent pas à ceux de Alain Cerole qui stipule qu'à court terme et lorsqu'il est consommé à des doses importantes, l'alcool provoque un état d'ivresse et peut entraîner des troubles digestifs des nausées, des vomissements..... Boire une grande quantité d'alcool en peu de temps provoque une montée importante du taux d'alcoolémie, qui baisse

ensuite en fonction de la quantité due. Seul ce temps permet de le faire baisser. On compte qu'il faut une heure en moyenne par verre absorbée si on boit sans manger, l'alcool passe plus rapidement dans le sang et ses effets sont plus importants [1].

A long termes la consommation régulière, quand elle est excessive (ou au-delà des seuils de 2 à 3 verres par jour), augmente le risque de nombreuses pathologies : Cancers (notamment de la bouche, de la gorge de l'œsophage, entre autres) ; Maladies du foie (cirrhose) et du pancréas troubles cardiovasculaires, hypertension artérielle, maladies du système nerveux et troubles psychiques (anxiété, dépression, troubles du comportement).

4 CONCLUSION

La consommation excessive de boissons alcoolisées demeure un réel problème de santé publique en République Démocratique du Congo plus particulièrement à Kinshasa. On assiste dans les différentes communes de la ville de Kinshasa les cas des morts subites, parfois des crises d'hypertensions brusques dont les antécédents demeurent mal connus. C'est pourquoi, nous pensons que cet abus de l'alcool est l'une des causes des maladies cardiaques qui se traduisent par des décès et crises hypertensives sans précédents.

REFERENCES

- [1] ALAIN CEROLE (2013) L'alcoolisme : une exposé pour comprendre un essai pour réfléchir. Paris ; éd. Flammarion
- [2] OMS (2011) Conseil international des infirmiers, Guide pour la prise en charge pour les services infirmiers, de porteurs du virus de l'Immuno déficience Humaine (VIH), OMS SIDA série 3 Genève
- [3] JUILLIÈRE Y, Gillet C. (1996) Alcool et hypertension artérielle. *Alcoologie* ; 18:331-4
- [4] OKUBO Y, Miyamoto T, et al. (2001) Alcohol consumption and blood pressure in Japanese men. *Alcohol* 2001; 23: 149-56.
- [5] KOUROUMA (2000), Les problèmes de l'alcoolisme et d'autres drogues dans leurs conditions sociales et culturelles, Edition OMS, Genève.
- [6] GUILLAUME APPOLINAIRE (1920) Alcool ; éditions Gallimard
- [7] MAGRINELLI ORSI M. (2012), La consommation excessive de drogues chez les jeunes garçons hébergés en centre jeunesse : motifs à consommer et motifs à changer, 2^{ème} séminaire troubles de comportement, Montréal.
- [8] OMS (2005) Les aspects médico-sanitaire de la reproduction chez les adolescentes, une stratégie pour action, OMS, FNUAP, FISH.
- [9] MUKUNA et OHADJO (2014) Problématique de consommation des boissons alcoolisées et son impact sur la santé ; Institut Supérieur des Techniques Médicales et Management ; Kinshasa (Inédit).
- [10] CHOQUET M. (1996) Facteurs prédictif au niveau d'alcoolisation des français ; IREB édition (les ouvrages)
- [11] CECCANTI M, Sasso GF, Nocente A, et al. (2005) Hypertension in early alcohol withdrawal in chronic alcoholics. *Alcohol and Alcoholism* ; 41:5-10.
- [12] STRANGES S, Wu T, Dorn JM, et al. (2004) Relationship of alcohol drinking pattern to risk of hypertension: A population-based study. *Hypertension*; 44:813-9.

Detection methods of Enterobacteriaceae producing extended spectrum betalactamase

Hajar Lahdibi Sahraoui^{1,2}, El Hassan Berny¹, Aicha Quasmaoui², Reda Charof², and Zakaria Mennane²

¹Department of biology, Laboratory of biotechnology, environment and quality (LABEQ),
University Ibn Tofail, Faculty of science, Kenitra, Morocco

²Department of medical bacteriology, National Institute of hygiene, Rabat, Morocco

Copyright © 2016 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: Production of extended-spectrum beta-lactamases (ESBL) considered one of the most important resistance mechanisms that impair antimicrobial treatment of infections caused by *Enterobacteriaceae*. Four phenotypic methods were compared to detect ESBL production; the tests based on the synergy between a third-generation cephalosporin and clavulanate. These tests are: the double-disk synergy test (DDST) 25 to 30mm, DDST (30mm), DDST (20mm) and the double-disk (Spanish- test). In our study, we worked on 81 strains of ESBL enterobacteriaceae. Synergy test 25 to 30 mm, could detect 90.12% of ESBLs strains. So if we had known the best distance which we will clearly detected the "champagne cork" appearance, we practiced synergy test at 30mm. This test highlighted ESBL production in only 17 (20.99%) strains. distance reduction between C3G disks and clavulanate disk to 20 mm led to detect 73 (90.12%). Double disk test (Spanish test) detected 81 (100%), this test confirms the presence of ESBLs. By comparison with other tests, this test had the highest rate of ESBLs. In most cases; standard disk diffusion tests are effective, and still recommended for ESBL detection in routine laboratories. Nevertheless, it is worth combining standard disk diffusion test with other approaches, such as modified disk tests or E tests.

KEYWORDS: ESBL, *Enterobacteriaceae*, DDST, phenotypic detection, C3G disks, clavulanic acid.

1 INTRODUCTION

Extended spectrum β lactamases (ESBL) are a group of enzymes which have the capability of hydrolyzing third-generation cephalosporins and aztreonam (but not cephamycins and carbapenems) and which are sensitive to inhibitors such as clavulanic acid, sulbactam and tazobactam [1]. These enzymes are spreading among Enterobacteriaceae.

They are usually associated with resistance to multiple unrelated antibiotics such as aminoglycosides, chloramphenicol, trimethoprim-sulfamethoxazole, tetracycline, and fluoroquinolones, leaving few therapeutic choices [2]. The first ESBL was detected in Germany in 1983, among different enterobacterial isolates recovered from inpatients at intensive care units (ICUs). It was recognized by the producer strains abnormal resistance to cefotaxime and ceftazidime, which was transferable by conjugation to *Escherichia coli* [3]. ESBLs are usually plasmid-mediated β -lactamases, most commonly found in *Klebsiella pneumoniae* but also increasingly reported in *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* and other Gram-negative bacilli [4].

Betalactamases are increasing in number and diversification of the group of enzymes is occurring that inactivates β -lactam type of antibacterial. These can be classified into two major approaches.

The first is based on the biochemical and functional characteristics of the enzymes and the second is based on the molecular structure of the enzyme. Ambler classification is the most classification used widely [5]. That divides betalactamases into four classes (A, B, C and D) based upon their amino acid sequences. Functional classification of the β -lactamases is based on spectrum of antimicrobial substrate profile, enzyme inhibition profile, enzyme net charge, hydrolysis rate and other parameters. Bush et al presented a classification based on 4 major groups (1-4) and subgroups (a-f). According

to this classification, most ESBLs belong to group 2 B e, which β -lactamases inhibited by clavulanic acid, and can hydrolyze penicillins, narrow and extended spectrum cephalosporins and monobactams [6].

Classical ESBLs have evolved from the widespread plasmid-encoded enzymes families TEM, SHV, cefotaxime (CTX-M) and oxacillin (OXA).

TEM (Class A): TEM 1 is capable of hydrolyzing penicillins and first generation cephalosporins but is unable to attack the oxyimino cephalosporin. The first TEM variant with increased activity against extended spectrum cephalosporins was TEM [7].

SHV-type β -lactamases: Another family of β -lactamases is the SHV (sulfhydryl variable) enzymes. The progenitor of the SHV enzymes, SHV-1, was first described in *Klebsiella pneumoniae*. SHV-1 confers resistance to broad-spectrum penicillins [8].

CTX name reflects the powerful hydrolytic activity of these betalactamases against cefotaxime [3]. They were isolated first in Munich. CTX-M is able to hydrolyze cephalothin better than benzyl-penicillin and cefotaxime better than ceftazidime [10].

OXA type (hydrolysis-oxacillin) enzymes are widespread and have been described mainly in Enterobacteriaceae and in *P. aeruginosa*. They usually confer resistance to the amino- and ureidopenicillin [11].

Enterobacteriaceae producing extended-spectrum beta-lactamases (ESBL) has been found all over the world, and risk factors for acquiring these bacteria involve hospital care and antibiotic treatment. Surveillance studies are present in Europe, North America, and Asia, but there is no summarizing research published on the situation in Africa [12]. The prevalence of ESBLs in Europe is higher than in the USA but it is lower in Asia and South America [13].

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 BACTERIAL ISOLATES

A total of 81 isolates of Enterobacteriaceae ESBLs from various samples of urine, blood, pus, came from five regions (A, B, C, D, E) of the medical care units, surgery, Gynecology and obstetrics, and Pediatrics, have been chosen in order to compare the different methods of ESBLs detection and determine the safest method. The study included patients of all ages and both sexes. The isolates were identified by following the standard laboratory procedure.

2.2 DETECTION OF ESBLs

Several tests for phenotypic detection based on the synergy between a third-generation cephalosporin and clavulanic acid, have been designed: double disc synergy test (DDT), ESBL E-tests, and the method of combined disk test and disk approximation Test.

2.2.1 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (25 AT 30MM)

The test was done to find a synergy image between antibiotic disk containing betalactamases inhibitor and a C3G (ceftriaxone, ceftazidime and cefotaxime) disc or a monobactam (aztreoname), this synergy image in champagne cork is characteristic of the presence of ESBL.

An Inoculum was prepared according to the technical N.C.C.L.S. of the antibiogram from a culture of 18 hours.

Mueller-Hinton agar was seeded according to the N.C.C.L.S. of the antibiogram technique, then two disks; one containing the association amoxicillin - clavulanic acid and the other a third generation cephalosporin were placed side-by-side at 3 cm distance measured Center to Center. Boxes of Petri dishes were incubated for 18 hours at 37 ° C.

The synergy image can be characteristic of the ESBL champagne Cork, or funnel corresponding to a proliferation of clavulanic acid-sensitive chromosomal betalactamases.

2.2.2 DOUBLE DISK TEST (SPANISH TEST)(FIG.1)

Detection of beta-lactamases spectrum expanded (or extended) can be confirmed by the double disk test. This test is gone to find an increase in the inhibition zone of a disk of C3G, preceded by the application of a disk that contains the association amoxicillin - clavulanic acid (AMC), compared to another drive on the same cephalosporin and placed side by side on the Mueller Hinton agar [14].

A bacterial suspension of opacity equal to 0,5 MC Farland was prepared starting from 18 h culture, Mueller-Hinton agar is then seeded according to the antibiogram technique. Two disks were used, one containing an AMC, and the other containing a third generation cephalosporin (CTX). The broadcast was made at the ambient temperature of the laboratory for an hour, and then AMC disk is replaced by a disc containing the same third generation cephalosporin. Boxes petri were incubated for 18 hours at 35 ° C.

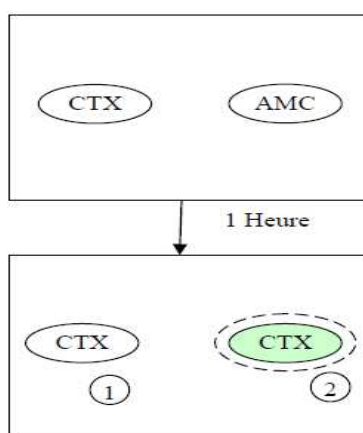


Fig. 1. Schema of detection of ESBL in the Spanish test (Rahal 1999)

2.2.3 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (30MM) [16]

A 0.5 McFarland of test isolate was swabbed on a Mueller-Hinton agar plate and 30 µg antibiotic disks of ceftazidime, cefotaxime, and aztreonam, were placed on the plate, 30 mm (center to center) from the amoxicillin/clavulanate (20 µg/10 µg) disk and incubated at 35°C for 18-24 hours.

A clear extension edge of the antibiotic's inhibition zone toward the disk containing clavulanate was interpreted as synergy, indicating the presence of an ESBL.

2.2.4 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (20 MM) [16]

An amoxicillin-clavulanate disk was placed at 20 mm, center to center, of ceftazidime, cefotaxime, and aztreonam disks on a Mueller-Hinton agar plate. Interpretation criteria for ESBL production were similar as those described above for the double disk synergy test (30 mm).

2.3 QUALITY CONTROL

Escherichia coli ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Proteus mirabilis* ATCC 29753, *Pseudomonas* ATCC27853 and *Escherichia coli* ESBL used as a quality control of the laboratory have used as references strains.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 DISTRIBUTION OF ENTEROBACTERIACEAE SPECIES

In our study, 81 strains of enterobacteriaceae ESBL were used, the isolated organisms were as: *Escherichia coli* (n = 38), *Klebsiella pneumoniae* (n = 31), *Enterobacter cloacae* (n = 9), *Proteus mirabilis* (n = 2), and *K. oxytoca* (n = 1) fig.2.

Detection of ESBL Enterobacteriaceae is the challenging to microbiologists. We compared four phenotypic methods to detect ESBL production.

We worked on 81 strains of enterobacteriaceae ESBL, whose 73 (90.12%) could be using double disk synergy test (25 to 30 mm), 17 (20.99%) through double disk synergy test (30mm) (tab.1), 73 (90.12%) through double disk synergy test (20mm) (tab.2) and 81 (100%) by Double disk test (Spanish test) (fig.2).

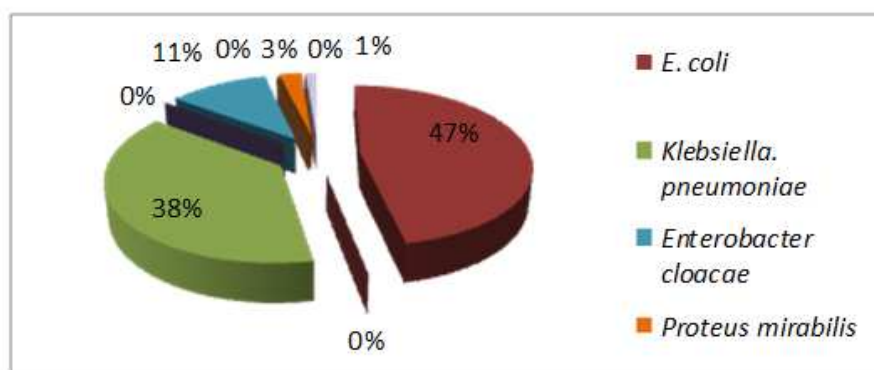


Fig. 2. Distribution of Enterobacteriaceae species and their percentage

Table 1. Double disk synergy test (30mm) for 81 isolates

Numbers of strains tested	Results		
	Presence of the synergy image	Description of the synergy image	Interpretation
64	-	-	High-level penicillinase
17	+	In champagne Cork	ESBL + High-level penicillinase

Table 2. Double disk synergy test (20mm) for 81 isolates

Numbers of strains tested	Results		
	Presence of the synergy image	Description of the synergy image	Interpretation
73	+	In champagne Cork	ESBL + High-level penicillinase

DDST: Double disk synergy test

3.2 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (25 AT 30MM)

In our study we started ESBL strains detection by double disk synergy test (25 to 30mm); we could detect 90.12% of ESBL isolates.

It is an easy test, but it is the disadvantage in the fact that the synergy phenomenon become unnoticed when the inoculum is too dilute or when discs are placed far from the other [17], but also in the case of association, the same bacterium, an ESBL and a cephalosporinase [18]. Probably, that explains the 9.88% strains not detected.

"Champagne Cork" due to a synergistic effect between a disc containing the clavulanic acid, C3G disks and aztreonam. This synergy is one of the first tests to be described by Jarlier et al. [19].

So we can know the best distance which we will clearly detect the "champagne Cork" appearance, we practiced double disk synergy test at 30mm. This test has highlighted ESBL production in only 17 (20.99%) strains which is expressed by "champagne Cap" aspect, because these strains secrete their penicillinases with a high level which hides the characteristic synergy image of the ESBL.

3.3 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (30MM)

The high sensitivity of the dissemination disc method when using two or more extended spectrum cephalosporins were reported previously [20, 21]. According to a study conducted in India, the combination of cefotaxime, and ceftazidime reached 81.97% sensitivity for correctly detect ESBL production, a distance of 30 mm was maintained between amoxicillin clavulanic acid and cephalosporin discs, but the inclusion of cefepime increases the sensitivity to 83.6% [16].

However, if ESBL-producing clinical isolates also have other mechanisms of resistance to β -lactams as proliferation of cephalosporinase, detection of the synergy image can be facilitated by the approximation of cephalosporin discs to the disc containing the clavulanic acid or by practicing a standard antibiogram on Mueller-Hinton agar added to 250 mg / L of cloxacillin (cephalosporinase-inhibitor) [20].

3.4 DOUBLE DISK SYNERGY TEST (20 MM)

To improve the sensitivity test, some authors suggested that reduction the distance between the C3G disks and the disk containing 20 mm clavulanic acid [18]. So, this test allowed us to detect 73 (90.12%) strains.

Among two tests (TSDD to 30mm, and 20 mm TSDD), we concluded when we closed cephalosporin disk to clavulanic acid disc, we increased the chances of better visualize the synergy image in "champagne Cork" (Fig. 3 and 5).

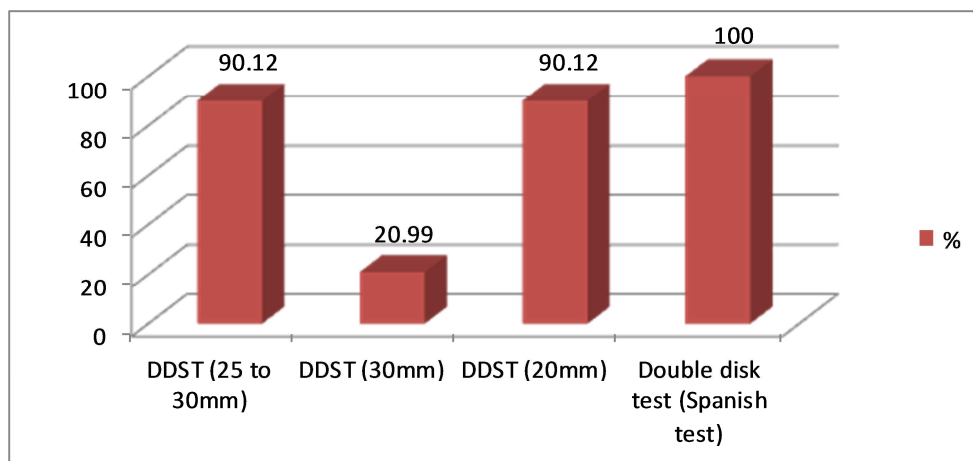


Fig. 3. Comparison of the ESBLs identification methods

However, by reducing the distance between disks (Centre) to 20 mm, the combination sensitivity of cefotaxime and ceftazidime is passed to 85% and even improved 88.5% due to the cefepime combination [22].

To get over the problem of the optimal disk spacing, Thomson and Sanders used recommended disk spacing to 30 mm and then repeated at 20 mm to see if the old disk spacing was negative [23].

Another study conducted by Hélène Garrec and GER indicates that the combination of two or three disks CTX, CAZ or CPD allowed detecting 100% ESBL isolates [24].

Double disk synergy method by any of the four disks with a disk spacing of 20 mm detected ESBL production in 95% of enterobacteriaceae [25]. Vercauteren et al found 97% sensitivity in detecting ESBL producing blood isolates and MacKenzie et al reported the sensitivity of the test > 90%, with a disk spacing <25 mm. Shukla et al from India also showed the similar results with sensitivity of 90.6% using three drugs cefotaxime, ceftriaxone and ceftazidime [26, 27, 28].

We have then passed to double disk test (Spanish test) in order to confirm the presence of ESBLs. This test has detected 81 (100%) strains. He gave us the highest rate of ESBLs in comparison with other tests.

It should be noted that the increase in diameter around the disk of cefotaxime preceded by the dissemination of the AMC was observed higher in some strains (e.g. strain No. 33) in which we noted a difference of 13 mm between two disks. This is in relation to the variation of phenotypic expression in vitro of ESBL and the level of their productions (Fig.4).

The affirmation of extended-spectrum betalactamases detection was observed in 35 strains by the double disk test in a study conducted in Algeria [14].

Our methods found certain complementarity: the first method (DDST 25 to 30mm) is a valid technique for enterobacteriaceae producing ESBL non-producing cephalosporinases. Other methods are complementary to the synergy test in the situations described above.

So, it turned mandatory the use of the cephalosporin disks approximation to the disk containing clavulanic acid (TSDD 20mm) and double disk test (Spanish test) in order to detect ESBL strains that can escape from one of the two methods.



Fig. 4. Strain No. 33 positive double disk Test: the strain produces an ESBL. (The diameter of the inhibition zone around the CTX disc preceded by dissemination of the AMC disc = 33mm compared to the CTX = 20mm)



Fig. 5. Strains No 69: TSDD 30mm and TSDD 20mm. Synergy 'in champagne Cap' is clearer for the 20mm while she is absent for 30mm

4 CONCLUSION

1. In conclusion, phenotypic confirmatory method preferably disk potentiation recommended by Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) with at least two third generation cephalosporin disks should be used in clinical microbiology laboratories for the accurate detection of ESBL.
2. Considering the challenging nature of the isolates, the four phenotypic methods were highly sensitive and specific at ESBL detection, with the double disk test (Spanish test) (100 % sensitivity) being the most sensitive.
3. Our methods found certain complementarity: the first method (DDST 25 to 30mm) is a valid technique for enterobacteriaceae producing ESBL non-producing cephalosporinases. Other methods are complementary to the synergy test in the situations described above.
4. So, it turned mandatory the use of the cephalosporin disks approximation to the disk containing clavulanic acid (TSDD 20mm) and double disk test (Spanish test) in order to detect ESBL strains that can escape from one of the two methods.
5. High prevalence of ESBL emphasizes the need to adopt appropriate control measures to reduce the ESBL burden.

ACKNOWLEDGEMENTS

I thank all members of the team of medical bacteriology of the National Institute of Hygiene and more specifically those who have contributed to the manuscript.

REFERENCES

- [1] Paterson DL, Bonomo RA., "Extended-spectrum beta-lactamases: a clinical update," *Clin Microbiol Rev*, vol. 18, no. 4, pp. 657-86, 2005.
- [2] Jacoby GA, Medeiros AA, "More extended-spectrum β -lactamases," *Antimicrob Agents Chemother*, vol. 35, pp. 1697-1704, 1991.
- [3] Knothe H, Shah P, Krcmery V, Antal M, Mitsuhashi S., "Transferable resistance to cefotaxime, cefoxitin, cefamandole and cefuroxime in clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae* and *Serratia marcescens*," *Infection*, vol. 11, pp.315–317, 1983.
- [4] Emery CL, Weymouth LA., "Detection and clinical significance of extended-spectrum beta-lactamases in a tertiary-care medical center," *J Clin Microbiol*, vol. 35, pp. 2061-7, 1997.
- [5] Ambler RP., "The structure of β -lactamases," *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, vol. 289, pp. 321–31, 1980.
- [6] H. Rodriguez-Villalobos, M.-J. Struelens, "Résistance bactérienne par β -lactamases à spectre étendu : implications pour le réanimateur," *Réanimation*, vol. 15, pp. 205–213, 2006.
- [7] Sirot D, Sirot J, Labia R, Morand A, Courvalin P, Darfeuille-Michaud A, et al. "Transferable resistance to third-generation cephalosporins in clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae*: identification of CTX-1, a novel beta lactamase". *J Antimicrob Chemother*, vol. 28, pp. 302-7, 1985.
- [8] Gupta V., An update on newer β -lactamases," *Indian J Med Res*, vol. 126, pp. 417-427, 2007.
- [9] Poirel, L., Gniadkowski, M., and Nordmann, P., "Biochemical analysis of the ceftazidime-hydrolysing extended-spectrum beta-lactamase CTX-M-15 and of its structurally related beta-lactamase CTX-M-3," *J Antimicrob Chemother*, vol. 50, pp. 1031-1034, 2002.
- [10] Naas T, Nordmann P., "OXA- type beta-lactamase," *Curr Pharm Des*, vol. 5, pp. 865-79, 1999.
- [11] Viktor Storberg, RN, MSc., "ESBL-producing Enterobacteriaceae in Africa _ a non-systematic literature review of research published 2008_2012," *Infection Ecology and Epidemiology*, vol. 4, vol. 20342, 2014.
- [12] R. Canton, A. Novais, A. Valverde, E. Machado, L. Peixe, F. Baquero and T. M. Coque, "Prevalence and spread of extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae in Europe," *Clinical Microbiology and Infection*, Vol. 14, pp. 144–153, 2008.
- [13] Farah Abid, Boutefnouchet Nafissa, Dekhil Mazouz, Bouzerna Noureddine. "*Klebsiella Pneumoniae* productrices de β -lactamases à spectre élargi (BLSE) isolées dans les hôpitaux de la ville de Annaba, Algérie," *Scientific study & research*, Vol. VIII no. 2, 1582-540X 199,2007.
- [14] Rahal, K. : Standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale selon les recommandations de l'O.M.S., I.N.S.P. Algérie, 1999.
- [15] Rajkumar Manojkumar Singh, Huidrom Lokhendro Singh, "Comparative evaluation of six phenotypic methods for detecting extended-spectrum beta-lactamase-producing *Enterobacteriaceae*," *J Infect Dev Ctries*, vol. 8, no. 4, pp. 408-415, 2014.
- [16] Schorderet M. et coll. *Pharmacologie: des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques*. 3ème édition Frisson-Roche p.739, Paris, 1998.
- [17] Bradford P. A., "Extended-spectrum betalactamases in the 21th century: Characterization, Epidemiology and detection of this important résistance threat," *Clinical microbiology reviews*, p. 933, 2001.
- [18] Jarlier V., Carbonne A., Astagneau P., Coignard B., "Cas groupés d'infections à *Klebsiella pneumoniae* résistantes à toutes les β -lactamines y compris à l'imipénème en région parisienne", Edition InVS, p. 84, 2003.
- [19] Richard Bonnet et al. "Comité de l'antibiogramme et de la Société Française de Microbiologie, EUCAST". Recommandations 2014.
- [20] Wiegand I, Geiss HK, Mack D, Sturenburg E, Seifert H., "Detection of extended-spectrum beta-lactamases among Enterobacteriaceae by use of semiautomated microbiology systems and manual detection procedures". *J Clin Microbiol*, vol. 45, pp.1167-1174, 2007.
- [21] De Gheldre Y, Avesani V, Berhin C, Delmee M, Glupczynski Y., "Evaluation of Oxoid combination discs for detection of extended-spectrum beta-lactamases," *J Antimicrob Chemother*, vol. 52, pp. 591-597, 2003.
- [22] Thomson KS, Sanders CC, "Detection of extended-spectrum beta-lactamases in members of the family Enterobacteriaceae: comparison of the double-disk and three-dimensional tests," *Antimicrob Agents Chemother*, vol. 36, pp. 1877-1882, 1992.
- [23] Hélène Garrec, Laurence Drieux-Rouzet, [...], and Jérôme Robert. "Comparison of Nine Phenotypic Methods for Detection of Extended-Spectrum β -Lactamase Production by *Enterobacteriaceae*," *J. Clin. Microbiol.*, vol. 49, no. 3, pp. 1048-1057, 2011.
- [24] Ankur Goyal, Amit Prasad, Ujjala Ghoshal & K.N. Prasad. "Comparison of disk diffusion, disk potentiation & double disk synergy methods for detection of extended spectrum beta lactamases in *Enterobacteriaceae*," *Indian J Med Res*, vol.128, pp. 209-211, 2008.

- [25] Vercauteren E, Descheemaeker P, Ieven M, Sanders CC, Goossens H. "Comparison of screening methods for detection of extended-spectrum betalactamases and their prevalence among blood isolates of *Escherichia coli* and *Klebsiella spp.* in a Belgian teaching hospital," *J Clin Microbiol*, vol. 35, pp. 2191-7, 1997.
- [26] MacKenzie FM, Miller CA, Gould IM. "Comparison of screening methods for TEM- and SHV-derived extended spectrum beta-lactamase detection," *Clin Microbiol Infect*, vol. 8, pp. 715-24, 2002.
- [27] Shukla I, Tiwari R, Agrawal M. "Prevalence of extended spectrum β -lactamases producing *Klebsiella pneumoniae* in a tertiary care hospital," *Indian J Med Microbiol*, vol. 22 pp. 87-91, 2004.

The frequency of CTX-M gene in Enterobacteriaceae ESBL of hospital origin

Hajar Lahdibi Sahraoui^{1,2}, El Hassan Berny¹, Aicha Quasmaoui², Reda Charof², and Zakaria Mennane²

¹Department of biology, Laboratory of biotechnology, environment and quality (LABEQ),
University Ibn Tofail, Faculty of science, Kenitra, Morocco

²Department of medical bacteriology, National Institute of hygiene, Rabat, Morocco

Copyright © 2016 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 total of **37** clinical isolates of enterobacteriaceae (16 *Escherichia coli*, 10 *Klebsiella pn.*, 7 *Enterobacter Cloacae*, 2 *Morganella Morganii*, 1 *Proteus Mirabilis* and 1 *Citrobacter Freundi*) were recovered during 2014 from four Moroccan regions to study their resistance profile. Among these 37 strains, 19 tell ESBL *Enterobacteriaceae*. Over this period, the bacterial species most often ESBL producing was *Escherichia coli* (9 strains), followed by *Klebsiella pneumoniae* (7 strains), *Enterobacter cloacae* (2 strains), and *Morganella Morganii* (1 strains). The ESBL resistance was screened using disc diffusion method, while the resistance genes were detected by polymerase chain reaction (PCR). The results marked the high prevalence of gene CTX-M (16 strains). This study points out the high rate of transmission of CTX-M gene among *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Enterobacter cloacae* strains and shows a reduced sensitivity to Penicillins (Amoxicillin-clavulanic acid, Amoxicillin, and Ticarcillin (0%)), to Cephalosporins 3rd generation Cefotaxim (7,7%), Ceftazidim (11,5%), and to Fluoroquinolones (Ciprofloxacin, Norfloxacin, and nalidixic acid (3,8%). In addition, all tested strains were highly susceptible to imipenem (96,2%) and Trimethoprim-sulfamethoxazole (73,1%).

KEYWORDS: ESBL, Enterobacteriaceae, CTX- M, PCR, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*.

1 INTRODUCTION

Plasmid-mediated extended-spectrum Betalactamases (ESBLs) is becoming increasingly frequent among clinical isolates of the family *Enterobacteriaceae* throughout the world [1].

There are so many types of ESBLs like TEM, SHV, CTX, AmpC, etc. The most prevalent ESBLs are included in three groups: TEM, SHV and CTX-M [2].

They derived from mutations in the classic TEM (Temoneira) and SHV (Sulphydryl variable) genes by one or more amino acid substitution around the active site [3].

The first plasmid-mediated β -lactamase in Gram-negative bacteria, TEM-1, was described in the early 1960s. TEM-1 is able to hydrolyze penicillins and early cephalosporins [4]. Another common plasmid-mediated β -lactamase that is found in *K. pneumoniae* and *E. coli* is SHV-1 (for sulphydryl variable) [5]. Members of the SHV family of β -lactamases trace their descent to SHV-1, a plasmid encoded β -lactamase that confers to *K. pneumoniae* high levels of resistance against ampicillin [6]. The emergence of new enzyme groups that have a typical ESBL resistance phenotype but that are non-TEM and non-SHV derivatives have recently been reported [1]. CTX-M-type Betalactamases constitute a novel group of enzymes encoded by transferable plasmids. This novel family of plasmid-mediated ESBLs has been classified in Ambler class A (2) and in group 2be of the Bush, Jacoby, and Medeiros classification [3].

The name of CTX-M type Betalactamases, owing to their high activity against cefotaxime. In contrast with TEM and SHV ESBLs, most of the CTX-M enzymes preferentially hydrolyze and confer resistance to cefotaxime and ceftriaxone rather than

ceftazidime. In recent years a new family of plasmid mediated CTX-M extended spectrum b-lactamases (ESBLs) called CTX-M has arisen and reported in the literature with increasing frequency from Europe, Africa, Asia, South America and North America [7].

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 BACTERIAL ISOLATES

37 strains of Enterobacteriaceae (16 *Escherichia coli*, 10 *Klebsiella pn.*, 7 *Enterobacter Cloacae*, 2 *Morganella Morganii*, 1 *Proteus Mirabilis* and 1 *Citrobacter Freundi*), were isolated from four Moroccan regions during 2014.

2.2 PREPARATION OF DNA

Total DNA was extracted by thermal shock: for each strain, two to three colonies were dissociated in 300 µl of ultrapure water which is a water purity and quality for molecular biology; this suspension was heated at 100 ° C in a dry bath (Block Heater) for 10 min, and then cooled immediately in ice. After 10 min of centrifugation at 12 000 revolutions / min, the supernatant is transferred into a sterile Eppendorf tube of 1.5 ml, and then stored at -20 ° C until use.

2.3 GENOTYPIC IDENTIFICATION OF ESBLs [8]

In our study, CTX- M type of ESBL Producer was sought. (Tab. 1) specifies the primers and (tab. 2) the operating conditions. CTX- MF and CTX-MR primers were defined in the laboratory from consensual areas.

The amplification was made into a thermocycler, the mix for PCR reactions being composed of a unit of Taq polymerase, 0.4 mM of each primer, 100 mM of each deoxynucleoside triphosphate, 0.5 mM MgCl₂, 10 mM Tris - HCl pH 8.3 and 50 mM KCl. One microliter of the DNA test was added to a final volume of 50 µl.

The reaction was made in a thermal cycler (PROGEN), on terms of amplifications.

The PCR products were visualized after migration in agarose gel 0.8% and staining with ethidium bromide.

The reference strain (positive control) is used: *E. coli* U2A 1790 expressing blaCTX-M gene.

Table 1. Primers used in PCR techniques

CTX-M	CTX-MF	5' - ATGTGCAGYACCAGTAARGT - 3'
	CTX-MR	5' - ACCGCRATRTCRTTGGTKGT - 3'

Table 2. Amplification Conditions

	Initial stage	Denaturation/hybridation/elongation	Number of cycles	Final stage
CTX-M	94 °C 5 min	94°C 30 sec/56 °C 30 sec/72°C 45 sec	30	72 °C 7 min

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 DIFFERENT BACTERIAL SPECIES TESTED

The ESBLs are variously distributed according to continents and, within the same continent, according to the geographical areas [9].

They are increasingly involved in both community and nosocomial infections and constitute a real public health problem.

During 2014, 37 strains of enterobacteriaceae were isolated from four Moroccan regions to study their resistance profile. Among these 37 strains, 19 tell ESBL Enterobacteriaceae. Over this period, the bacterial species most often ESBL producing was *Escherichia coli* (9 strains), followed by *Klebsiella pneumoniae* (7 strains), *Enterobacter cloacae* (2 strains), and *Morganella Morganii* (1 strains) (fig.1). Those 19 ESBL producers were selected for CTX-M gene detection by PCR. One study in Morocco, found that 237 enterobacterial strains were isolated from community setting. Seven strains 3% (7/237) show an ESBL phenotype [10]. It can be concluded that the ESBL Enterobacteriaceae represent a higher rate in the hospital setting than in the community.

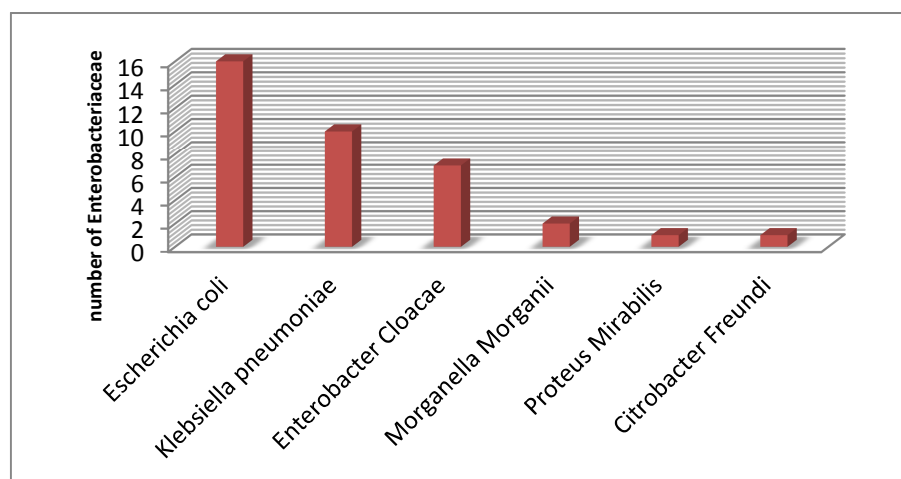


Fig. 1. Different bacterial species tested

In our study, the bacterial species most often ESBL producing was *Escherichia coli* (9 strains), and *Klebsiella pn.* (7strains). In Egypt, a high prevalence of infections caused by ESBL-producing *E. coli* and *Klebsiella spp.* have been reported in both academic teaching and general hospitals [11].

We can estimate that these two bacteria represent a high rate of hospital-acquired infections.

3.2 ANTIBIOTICS SUSCEPTIBILITY

It is important to note that our isolates represent a high resistance to Penicillins (amoxicillin – clavulanic acid, amoxicillin, and Ticarcillin (100%) acid), which is probably due to the use frequent of this antibiotic for treating infections caused by different families of enterobacteriaceae [12]. This rate of resistance would also report in an Iranian study [13]. The Resistance show high to the 3rd generation Cephalosporins (cefotaxime (92.3%), Ceftazidime (88.5%)) and Fluoroquinolons (ciprofloxacin, norfloxacin and nalidixic acid (96.2%)), our results are similar to a study carried out in the South of India [14] and with another Egyptian study [15]. In addition, all strains tested were highly susceptible to imipenem (96.2%) this shows a similarity with a study conducted by Tabbouche Sana et al. [16] (tab.3). Similar results were found in another study for Mohsen Mirzaee et al. [17].

Table 3. 37 strains tested antibiotic sensitivity

Antibiotic	% sensitivity
Amoxicillin	0
Amoxicillin + Clavulanic Acid	0
Piperacillin + Tazobactam	73,10
Trimethorim/Sulfamethoxazole	11,50
Imipenem	96,20
Norfloxacin	3,80
Ticarcillin	0
Cefotaxime	7,70
Ceftazidime	11,50
Gentamicin	42,30
Tobramicin	15,40
Ciprofoxacin	3,80
Nalidixic Acid	3,80

In recent years, many studies have reported the increasing resistance of Enterobacteriaceae to ampicillin, cotrimoxazole and first-generation cephalosporins. The resistance to third-generation cephalosporins has also been increasing, though less than the first-generation, in many countries. Currently, among the beta-lactam antibiotics, carbapenems are the most

effective drugs [18]. This may be due to routine and extensive use of third-generation cephalosporins in treating the infections.

3.3 THE CTX-M TYPE PREVALENCE

CTX-M type ESBLs are easily recognized on antibiotic susceptibility testing in agar because CTX is usually the most affected molecule with a very good inhibition around the disk containing the tazobactam. These primers were used to amplify all strains with this profile [8].

We used primers specific to CTX-M enzyme. We obtained amplification of all the strains, confirming the presence of enzyme.

In our study, 16 of 19 ESBLs strains were found to express CTX-M type ESBL. *Escherichia coli* representing (7 strains) CTX-M type ESBL, followed by *Klebsiella pneumoniae* (6 strains), and *Enterobacter cloacae* (3 strains) (fig.2). It appears clearly that The CTX-M gene predominates in our ESBLs strains. The same result was found in Europe [19], while in other countries, the ESBL genes are more diverse [19].

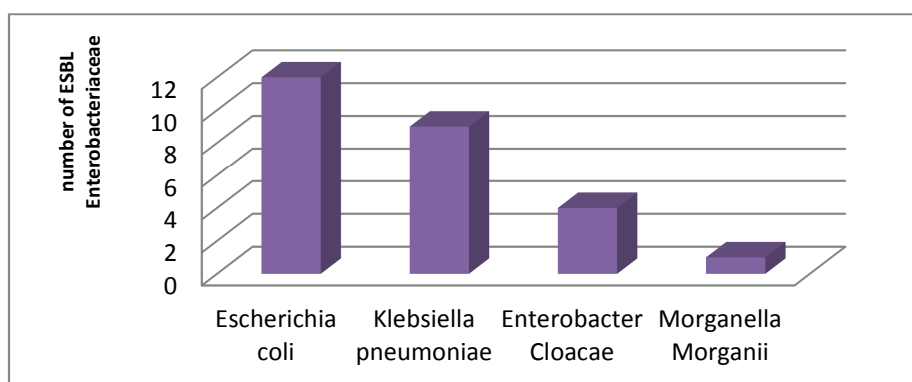


Fig. 2. Number of Enterobacteriaceae ESBL producing

The ESBLs were inhibited by clavulanate and tazobactam. Importantly, the isolates were more resistant to cefotaxime and aztreonam than to ceftazidime, suggesting that they were CTX-M producers. Some CTX-M ESBLs confer high-level resistance to ceftazidime [20].

In one study in south India, of 600 ESBL positive isolates which were analysed for the presence of blaCTX-M gene by PCR, 95 (15.83%) isolates were positive for blaCTX-M. These 95 strains were further analysed for the presence of CTX-M-1 gene using primers specific for blaCTX-M-1. Among the 95 CTX-M producing isolates, CTX-M-1 gene was positive in 45 (47.3%) of the isolates. They were found in 36% of *E. coli* isolates, 36.3% of *Enterobacter* spp. and 58.3% of *Klebsiella* spp. CTX-M [21].

In another study, 67 isolates were positive using PCR. CTX-M type ESBL was observed in 22.72% of *E. coli* isolates [22].

Elisabete Machado et al. describe a complex ESBL epidemiology in Portugal, including widespread dissemination of known strains and plasmids coding for TEM-24 and CTX-M-15 enzymes as observed in other European countries [23].

Antimicrobial susceptibility testing on transconjugants revealed that 26 out of 53 (49%) ESBL-producing Enterobacteriaceae were able to transfer antimicrobial resistance to the recipients. Transfer of high-level resistance to the transconjugants encoded by the blaCTX-M-15 gene downstream the ISEcp1 insertion sequence against 3rd generation cephalosporins, and of low-level resistance against ciprofloxacin [24].

The ESBL genes were detected in 19 *Klebsiella* spp. and in 49 of *Escherichia coli* isolates. The communist frequent ESBL gene was CTX-M which was 48 and was observed in 35 and 13 of *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp., respectively [25]. The prevalence of ESBL-producing Enterobacteriaceae found to be higher in Sudan in comparison to other countries. And it is high in Asia particularly in China and India [26].

As elsewhere in Europe, CTX-M enzymes are accumulating with the new century, especially in the north of France. An *E. coli* strain with CTX-M-15 b-lactamase caused an outbreak [19].

In the past several years, the emergence of new variants of ESBL producers, especially CTX-M has suggested the involvement of the co-resistance to other drug classes during endemic condition. This co-resistance is due to the transmission of different types of resistance genes within the same clone. Several studies showed that blaCTX-M genes are commonly found on large plasmids that often carry other genes conferring resistance to other antimicrobial agents including aminoglycosides, fluoroquinolones, chloramphenicols, tetracyclins and others (particularly, blaOXA-1, blaTEM-1, tetA, aac (6')-Ibcr). This may explain the high rate of transmission of CTX-M gene among the E. coli strains by acquiring R-plasmid, and often the high prevalence of the CTX-M resistance gene is combined with another resistance gene in these strains [24].

4 CONCLUSION

1. A total of 37 clinical isolates of enterobacteriaceae recovered during 2014 from four Moroccan regions to study their resistance profile.
2. 19 tell ESBL Enterobacteriaceae
3. It is important to note that our isolates represent a high resistance to Penicillin, to the 3rd generation Cephalosporins, and to Fluoroquinolones. In addition, all strains tested were highly susceptible to imipenem
4. The bacterial species most often ESBL producing was Escherichia coli (9 strains), and Klebsiella pn. (7strains). We can estimate that these two bacteria represent a high rate of hospital-acquired infections.
5. In our study, 16 of 19 ESBLs strains were found to express CTX-M type ESBL.

ACKNOWLEDGEMENTS

Seas thanks are addressed to those who have contributed in the manuscript

REFERENCES

- [1] Bradford, P. A., " Extended-spectrum betalactamases in the 21st century: characterization, epidemiology, and detection of this important resistance threat," *Clin. Microbiol. Rev.*, vol. 14, pp. 933–951, 2001.
- [2] Jyoti Sharma, Meera Sharma & Pallab Ray, " Detection of TEM & SHV genes in Escherichia coli & Klebsiella pneumoniae isolates in a tertiary care hospital from India," *Indian J Med Res* 132 , pp. 332-336, 2010.
- [3] Bush, K., G. A. Jacoby, and A. A. Medeiros, "A functional classification scheme for betalactamases and its correlation with molecular structure," *Antimicrob. Agents Chemother*, vol. 39, pp. 1211–1233, 1995.
- [4] Lin TL, Tang SI, Fang CT, Hsueh PR, Chang SC, Wang JT, "Extended- spectrum beta-lactamase genes of Klebsiella pneumonia strains in Taiwan: recharacterization of shv-27, shv-41, and tem- 116," *Microb Drug Resist*, vol. 12, pp. 1–12, 2006.
- [5] Paterson DL, Bonomo RA, "Extended-spectrum beta-lactamases, a clinical update", *Clin Microbiol Rev*, vol. 18, no. 4, pp. 657–86, 2005.
- [6] Pfaller MA, Segreti J, "Overview of the epidemiological profile and laboratory detection of extended-spectrum beta-lactamases", *Clin Infect Dis*, vol. 4, pp. 153–63, 2006.
- [7] Bonnet R., "Growing group of extended spectrum Beta-lactamase: The CTX-M enzymes", *Antimicrob Agent Chemother*, vol. 48, pp. 1-14, 2004.
- [8] C. Giraud-Morin, T. Fosse., "Recent evolution and characterization of extended-spectrum beta-lactamase producing enterobacteria in the CHU of Nice (2005–2007)," *Pathologie Biologie*, vol. 56, pp. 417–423, 2008.
- [9] Nijssen S, Florijn A, Bonten MJ, Schmitz FJ, Verhoef J, Fluit AC., "Betalactam susceptibilities and prevalence of ESBL-producing isolates among more than 5000 European Enterobacteriaceae isolates," *Int J Antimicrob Agents*, vol. 24, no. 6, pp. 585–91, 2004.
- [10] LoubnaJamali, Fatima Haouzane, Mohammed Bouchakour, SalwaOufriid, ZinebGhazlane, Naima El Mdaghri, SellamaNadifi, and Mohammed Timinouni, "Prevalence of plasmid mediated quinolone resistance genes among enterobacteria isolates in Moroccan community", *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 11, No. 2, pp. 387-399, 2014.
- [11] Kunz AN, Brook I., "Emerging resistant gram-negative aerobic bacilli in hospital-acquired infections," *Chemotherapy*, vol. 56, pp. 492-500, 2010.
- [12] Avci IY, Kilic S, Acikel CH, Ucar M, Hasde M, Eyigun CP, et al., "Outpatient prescription of oral antibiotics in a training hospital in Turkey: trends in the last decade," *J Infect* , vol. 52, no. 1, pp. 9–14, 2006.

- [13] Azar Dokht Khosravi, Hajar Hoveizavi, Manijeh Mehdinejad, "Prevalence of Klebsiella pneumoniae Encoding Genes for Ctx-M-1, Tem-1 and Shv-1 Extended-Spectrum Beta Lactamases (ESBL) Enzymes in Clinical Specimens," *Jundishapur J Microbiol*, vol. 6, no. 10, pp. 8256, 2013.
- [14] Baby Padmini, B AppalaRaju, KR Mani, "Detection of Enterobacteriaceae producing CTX-M extended spectrum Betalactamases from a tertiary care hospital in south India", *Indian Journal of Medical Microbiology*, vol. 26, no. 2, pp. 163-6, 2008.
- [15] Nevine Fam, Véronique Leflon-Guibout, Salwa Fouad, Laila Aboul-Fadl, Estelle Marcon, Doaa Desouky, Inas El- Defrawy, Aisha Abou- Aitta, John Klena, and Marie-Hélène Nicolas-Chanoine, "High Prevalence of CTX-M-15 Extended Spectrum β -lactamase-Producing Bacterial Clinical isolates in both Community and Hospital Settings in Egypt," *Egyptian Journal of Medical Microbiology*, vol. 19, pp. 71-82, 2010.
- [16] Tabbouche Sana, Khudary Rami, Beyrouthy Racha, Dabbouss iFouad, Achkar Marcel, Mallat Hassan, HlaisSani, HamzeMonzer. Detection of genes TEM, OXA, SHV and CTX-M in 73 clinical isolates of Escherichia coli producers of extended spectrum Betalactamases and determination of their susceptibility to antibiotics. The International Arabic Journal of Antimicrobial Agents.2011, Vol. 1 No. 1:5
- [17] Mohsen Mirzaee, MSc, Parviz Owlia, PhD, Sadegh Mansouri, MSc., "Distribution of CTX-M β -lactamase Genes Among Escherichia coli Strains Isolated from Patients in Iran," *Labmedecine*, Vol. 40 No. 12, 2009.
- [18] Mohamed Al-Agamy MH, El-Din Ashour MS and Wiegand I., "First description of CTX-M b-lactamase producing clinical Escherichia coli isolates from Egypt," *Int. J. Antimicrob. Agents*, vol. 27, pp. 545-548, 2006.
- [19] David M. Livermore, Rafael Canton, Marek Gniadkowski, Patrice Nordmann, Gian Maria Rossolini, Guillaume Arlet, Juan Ayala, Teresa M. Coque, Izabela Kern-Zdanowicz, Francesco Luzzaro, Laurent Poirel and Neil Woodford. CTX-M: changing the face of ESBLs in Europe. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* (2007) 59, 165–174.
- [20] Eckert, V. Gautier, M. Saladin-Allard, N. Hidri, C. Verdet, Z. Ould-Hocine, G. Barnaud, F. Delisle, A. Rossier, T. Lambert, A. Philippon, and G. Arlet, "Dissemination of CTX-M-Type betaLactamases among Clinical Isolates of Enterobacteriaceae in Paris, France" *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, Vol. 48, No. 4, pp. 1249–1255, 2004.
- [21] Jemima SA, Verghese S., "Molecular characterization of nosocomial CTX-M type β -lactamase producing Enterobacteriaceae from a tertiary care hospital in south India," *Indian Journal of Medical Microbiology*, Vol. 26, No. 4, pp. 365-368, 2008.
- [22] ElifBurcu Bali, LeylaAçık and Nedim Sultan, "Phenotypic and molecular characterization of SHV, TEM, CTX-M and extended-spectrum betalactamase produced by *Escherichia coli*, *Acinobacterbaumannii* and *Klebsiella* isolates in a Turkish hospital,"*African Journal of Microbiology Research*, Vol. 4, no. 8, pp. 650-654, 2010.
- [23] Elisabete Machado, Teresa M. Coque, Rafael Canton, Angela Novais, Joao Carlos Sousa, Fernando Baquero and Luisa Peixe, "High diversity of extended-spectrum b-lactamases among clinical isolates of Enterobacteriaceae from Portugal," *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 60, pp. 1370–1374, 2007.
- [24] Mohamad Harajly , Marie-Therese Khairallah , John E Corkill , George F Araj , Ghassan M Matar, "Frequency of conjugative transfer of plasmid encoded ISEcp1 - blaCTX-M-15 and aac(6')-Ib-cr genes in Enterobacteriaceae at a tertiary care center in Lebanon - role of transferases," *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, pp. 9:19, 2010.
- [25] Omar B Ahmed, Alfadel O Omar, Atif H Asghar and Mogahid M Elhassan, "Prevalence of TEM, SHV and CTX-M genes in *Escherichia coli* and *Klebsiella spp* Urinary Isolates from Sudan with confirmed ESBL phenotype," *Life Science Journal*, vol. 10, no. 2, 2013.
- [26] Hawkey PM, "Prevalence and clonality of extended-spectrum β -lactamases in Asia," *Clin Microbiol Infect*, vol. 14, pp. 159-165, 2008.

A comparative study of the biochemical compounds found in three species of *Vigna* (*Vigna angularis* L., *Vigna mungo* L. and *Vigna radiata* L.) under salt stress conditions

Amel Benlaldj and Moulay Belkhodja

Laboratory of Plant Physiology, University of Oran 1 Ahmed Ben Bella, Algeria

Copyright © 2016 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: Saline soils are an unfavourable environment for the growth of most legumes. The aim of this work is to compare the biochemical behaviour of three species of bean (*Vigna radiata* L., *Vigna mungo* L., and *Vigna angularis* L.) under salt stress conditions. In order to assess this behaviour, we analysed polyphenols and flavonoids in the roots and leaves. The results reveal variability in the accumulation of polyphenols and flavonoids, depending on the organ of the plant, the species, and the intensity of the saline treatment.

KEYWORDS: NaCl, bean, polyphenol, flavonoid.

1 INTRODUCTION

Soil salinity is one of the main sources of abiotic stress, limiting the growth of cultivated plants (1). The salinisation of soils and irrigation water recorded in arid and semi-arid ecosystems, particularly in the Mediterranean basin, is one of the factors that limits plant productivity and crop yield (2), (3),(4). Almost 10% of land is affected by salt, and 10 million hectares of farm land are lost every year (5). The effects of salinity, in addition to the toxic effect caused by Na⁺ and Cl⁻ ions, are very similar to those of drought. As a result, plants adapt, reducing their water loss in order to maintain their vital functions (6). Salinity leads to water deficiency in plants, which is caused by osmotic stress, and is sometimes combined, with biochemical disturbances induced by the influx of sodium ions (7). Identifying the varieties and genotypes that are salt-tolerant and capable of minimising the depressive effects of salinity on yield would almost certainly make it possible to improve crop yield in areas affected by salinity (8).

We focused on the *Vigna* species and explored the effect of salinity on its biochemical behaviour. This plant was chosen for its ecological, economic and nutritive qualities. The study looks at three species (*Vigna radiata* L., *Vigna mungo* L., and *Vigna angularis* L.) and was carried out in saline conditions in a controlled greenhouse environment. To evaluate the responses of the plants, we analysed the variations in polyphenols and flavonoids at the level of the leaves and roots.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 CROP MANAGEMENT

The experiments were carried out in a controlled greenhouse at the Laboratory of Plant Physiology. The seeds of three species were sown in cells filled with moist compost. These cells were placed in a greenhouse until the five-to-six leaf stage. The seedlings were then planted out in pots filled with sand and compost (2V/V).

2.2 APPLYING THE STRESS

From the 21st day, the plants were divided into 3 batches of plants (controls, a first batch at 100 mM and a second batch at 200mM of NaCl.l⁻¹ of nutrient solution). Each batch was repeated 6 times for each species and under each treatment.

After one week of stress, samples of plants were taken and the leaves and roots were separated before being weighed. The analyses were then carried out.

2.3 ASSAY OF POLYPHENOLS

Polyphenols were extracted using the method described by (9). The polyphenol content is expressed in mg.g^{-1} DW after reading the optical density at 737 nm using a UV-VISIBLE spectrophotometer.

2.4 ASSAY OF FLAVONOIDS

Flavonoids were extracted using the method described by (10). Content is expressed in $\mu\text{g.g}^{-1}$ DW after reading the optical density at 510 nm using a UV-VISIBLE spectrophotometer.

2.5 STATISTICAL ANALYSES

The results obtained underwent analysis of variance, using the software SPSS Statistics version 2.0. The results are represented as an average $\pm$ standard deviation of the type $p = 0.05$.

3 RESULTS

3.1 EFFECT OF SALINITY ON THE POLYPHENOL CONTENT OF LEAVES AND ROOTS

The accumulation of phenolic compounds in *Vigna angularis* L. (Fig. 1a) evolved in the root-leaf direction in the control plants. In the roots, the polyphenol values recorded were 0.43 mg.g^{-1} DW with the treatment at 100 mM of NaCl, whereas when the plants were exposed to 200 mM, the phenolic compound content dropped to 0.31 mg.g^{-1} DW. On the contrary, in the leaves, the polyphenols accumulated more when the NaCl concentration of the milieu increased, with the values going from 0.29 mg.g^{-1} DW to 0.35 mg.g^{-1} DW in the leaves of the plants treated with 100 mM and 0.39 mg.g^{-1} DW when the salinity rose to 200 mM.

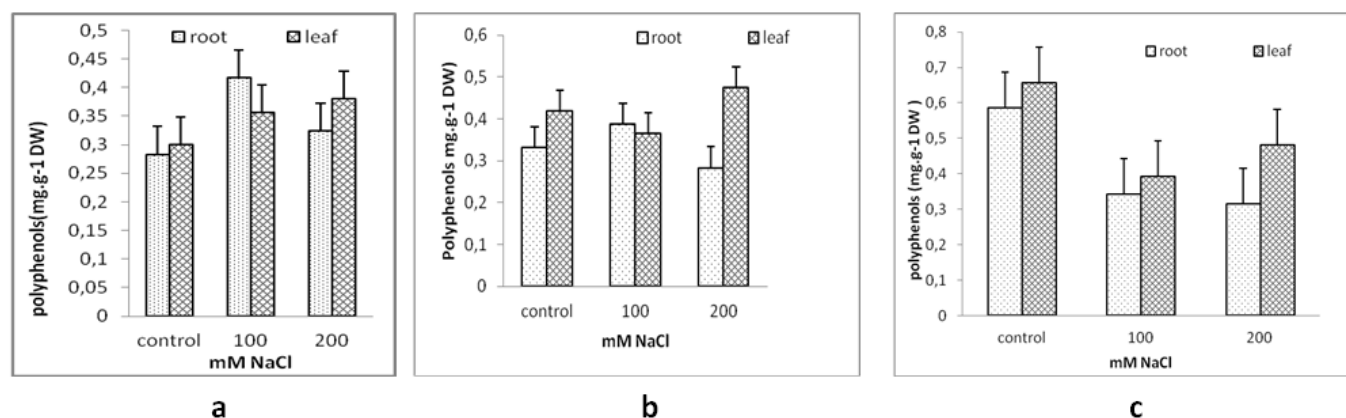


Fig. 1. Variations in phenolic compound content (mg.g^{-1} PS) in the roots and leaves of plants from three species of bean: *Vigna angularis* L.(a), *Vigna mungo* L.(b), and *Vigna radiata* L.(c), under salt stress conditions.

For *Vigna mungo* L. (Fig. 1b), the polyphenol content rose significantly from 0.40 mg.g^{-1} DW in the leaves of the control plants to 0.48 mg.g^{-1} DW with the treatment at 200 mM of NaCl. It should be noted that the leaves (0.46 mg.g^{-1} DW) accumulated twice as many polyphenols as the roots (0.28 mg.g^{-1} DW) in the plants stressed at 200 mM. For *Vigna radiata* L. (Fig. 1c), the root polyphenol content dropped with the increase in salinity, whereas in the leaves, these compounds had very low values in the salt milieu at 100 mM (0.3 mg.g^{-1} DW); but when the salinity increased to 200 mM, the polyphenols accumulated significantly (0.41 mg.g^{-1} DW).

3.2 EFFECT OF SALINITY ON THE FLAVONOID CONTENT OF THE ROOTS AND LEAVES

At the level of the roots in *Vigna angularis* L. (Fig. 2a), the accumulation occurred gradually as the milieu became enriched in salt. On the contrary, in *Vigna mungo* L. (Fig. 2b), there was a significant drop in flavonoids under the effect of both concentrations of NaCl in relation to the control plants (or $1 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW versus 0.29 and $0.32 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW). For *Vigna radiata* L. (Fig. 2c), flavonoid content remained very low in the roots of all the plants. At the level of the leaves, in *Vigna radiata* L. (Fig. 2c) the NaCl provoked an accumulation of flavonoids, up to a level of $0.98 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW at 200 mM of NaCl; a slight reduction in these compounds was observed ($0.8 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW). In *Vigna angularis* L. (Fig. 2a) and *Vigna mungo* L. (Fig. 2b) the flavonoid content increased clearly in the leaves with the salinity of the culture medium at 100 mM of NaCl (0.82 and $0.87 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW). At the higher concentration, the flavonoid content of the leaves dropped significantly in both species (0.50 and $0.62 \mu\text{g.g}^{-1}$ DW).

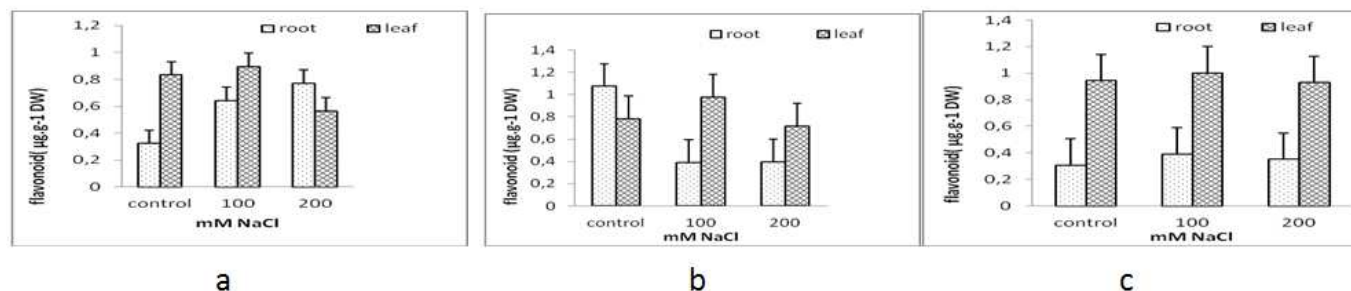


Fig. 2. Variations in flavonoid content ($\mu\text{g.g}^{-1}$ PS) in the roots and leaves of 3 species of bean: *Vigna angularis* L.(a), *Vigna mungo* L. (b), and *Vigna radiata* L. (c), under salt stress conditions.

4 DISCUSSION

Our results show that phenolic compound content decreases when a saline solution (NaCl) is applied to the roots; on the other hand, in the leaves it increases, particularly in *Vigna angularis* L. and *Vigna mungo* L. when subjected to salt stress at 200 mM . Our results are in agreement with those (11), on radish seedlings (12), on *Vetiveria zizanioides* L. (13). Other authors, reported an increase in phenols in a study of romaine lettuce (13). In other recent studies, we can also observe an increase in phenolic compound content under salt stress conditions, on okra (14), on *Cymbopogon nardus* L. (15) and on *Moringa oleifera* L. (16). We can also see that polyphenol content in the roots of the three species increased when treated with 100 mM of NaCl. Total phenolic compound content in three broccoli cultivars increased significantly when treated with 160 mM of NaCl (17). These increases in phenolic compounds are also reported in radishes subjected to 100 mM of NaCl whereas no response of the same nature was recorded with salinity at 10 and 50 mM of NaCl. (18)

The results recorded for flavonoid content in the leaves of the three species were significantly high with the treatment at 100 mM of NaCl; the same observations were made, on *Lactuca sativa* L. (19), as well as on a few tomato lines (20), beans (21) and artichokes (22).

5 CONCLUSION

Phenolic compounds and flavonoids are considered to be secondary metabolites in response to plants exposed to environmental stress. These compounds act as antioxidants to protect the plant's organs under stressful conditions. Salt stress may accelerate the synthesis of phenols, which depends considerably on the sensitivity to salt of the plants, the salt concentration and the plant cultivated. At the end of the present study to assess polyphenol and flavonoid content in three species of Vigna under salt stress conditions at 100 mM and 200 mM . I⁻¹ of nutrient solution We also observed accumulation at the level of the leaves compared to the roots. The results of these experiments have made it possible to note differences in species with regard to salinity. The *Vigna radiata* L. variety seems to be more sensitive to salt, whereas *Vigna angularis* L. shows greater tolerance.

REFERENCES

- [1] L. Benidire, K. Daoui, Z.A. Fatemi, W. Achouak, L. Bouarab and K. Oufdou, "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.
- [2] M. Farissi, M.Faghire, A. Bouizgaren, A. Bargaz , B.Makoudi and C. Ghoulam, "Growth nutrients concentrations and enzymes involved in plants nutrition of alfalfa populations under saline conditions", *Journal of Agricultural Science and Technology*, no.16, pp. 301-314, 2014.
- [3] A. Maggio, S. De Pascale, C. Ruggiero and G. Barbieri, "Physiological response of field-grown cabbage to salinity and drought stress", *European Journal of Agronomy*, vol. 23, pp. 57- 67, 2005.
- [4] M. Farissi, A. Bouizgaren, M. Faghire, A. Bargaz and C. Ghoulam, "Agro-physiological responses of Moroccan alfalfa (*Medicago sativa* L.) populations to salt stress during germination and early seedling stages", *Seed Science and Technology*, vol. 39, pp. 389- 401, 2011.
- [5] H. Monirifar and M. Barghi, "Identification and Selection for Salt Tolerance in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ecotypes via Physiological Traits", *Natulae Scientia Biologicae* ,vol. 1, pp. 63-66, 2009.
- [6] L.Zraibi, A.Nabloussi, J. Merimi, A.El Amrani, M. Kajeiou, A. Khalid and H. Serghini Caid, "Effet du stress salin sur des paramètres physiologiques et agronomiques de différentes variétés de carthame (*Carthamus tinctorius* L.) ", *Al Awamia*, pp. 125-126, 2012.
- [7] E.Tavakkoli, F. Fatehi, S. Coventry, P. Rengasamy and G.K. McDonald, "Additive effects of Na⁺ and Cl ions on barley growth under salinity stress", *Journal of Experimental Botany*, Vol. 62, no. 6, pp. 2189-2203, 2011.
- [8] L. Benidire, K. Daoui , Z.A. Fatemi , W. Achouak , L. Bouarab and K. Oufdou, "Effect of salt stress on germination and seedling of *Vicia faba* L. ", *Journal of Material and Environmental Science*, vol. 6, no. 3, pp. 840-851, 2015.
- [9] C. Gallet and P. Lebreton, "Evolution of phenolic patterns in plants associated litters and humus of a mountain forest ecosystem", *Soil Biology Biochemistry*, vol. 27, pp. 157-165, 1995.
- [10] D. Kim, O. Chun, Y. Kim, H. Moon and C. Lee, "Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol.51, pp. 6509-6515, 2003.
- [11] G.Yuan , X. wang, R.Guo and Q.Wang, "Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts", *Journal of food chemistry*, Vol. 121, no. 4 , pp. 1014–1019, 2010.
- [12] V. Mane, G. D. Saratale, B. A. Karadge and B. A. Samant, "Studies on the effects of salinity on growth, polyphenol content and photosynthetic response in *Vetiveria zizanioides* L.", *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, vol.2 , no.3, pp:338-347, 2010.
- [13] H. Mahmoudi , O. Baatour, I. Ben Salah , I. N. Nasri, A. Wissal, J. Huang, H. Zargouni , A. Hannoufa, M. Lachaâl and Z. Ouerghi, "Enhanced accumulation of root hydrogen peroxide is associated with reduced antioxidant enzymes under isoosmotic NaCl and Na₂SO₄ salinities", *African Journal of Biotechnology*, vol. 11, pp. 8500-8509, 2012.
- [14] B. Dkhil and M. Denden, "Effets du stress thermique sur la germination, la dégradation des réserves protéiques et minérales des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.)", *Continental Journal Biological Sciences*, vol. 3, pp. 51 - 62, 2010.
- [15] A. V. Mane, B. A. Karadge and J. S. W. Samant, "Salinity induced changes in photosynthetic pigments and polyphenols of *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 2, no.3, pp. 338-347, 2010.
- [16] W.Noumen, M. T. Siddiqui, S. Maqsood and A. Basra, "Moringa oleifera leaf extract: An innovative priming tool for rangeland grasses", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, Vol. 36, no.1, pp. 65-75.
- [17] G. Liping, R. Yang, Z. Wang, Q. Guo and Z. Gu, "Effect of NaCl stress on health-promoting compounds and antioxidant activity in the sprouts of three broccoli cultivars", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol. 64, no.4, pp. 1465-3478.
- [18] G. Yuan, X. Wang, R. Guo and Q. Wang, "Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts", *Food Chemistry*, vol. 121, pp.1014-1019 ,2010.
- [19] H. Mahmoudi, J. Huang, MY. Gruber, R. Kaddour, M. Lachaâl, Z. Ouerghi and A. Hannoufa, "The impact of genotype and salinity on physiological function, secondary metabolite accumulation, and antioxidative responses in lettuce", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58 , pp. 5122-5130, 2010.
- [20] A. Frary, D. Göl, D. Keleş, B. Ökmen, H. Pınar, H. Ö Şığva, A. Yemenicioğlu and S. Doğanlar, "Salt tolerance in *Solanum pennellii*: antioxidant response and related QTL", *BMC Plant Biology*, 10:58, pp 1471-2229, 2010.
- [21] A.Telesinski, J. Nowak, B. Smolik, A. Dubowska and N. Skrzypiec, "Effect of soil salinity on activity of antioxidant enzymes and content of ascorbic acid and phenols in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants", *Journal Elementology*, vol.13, pp. 401–409, 2008.
- [22] A. Rezazadeh, A. Ghasemnezhad , M. Barani and T .Telmadarrehei, "Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves", *Research Journal of Medicinal Plant*, vol. 6, pp. 245–252, 2012.

استخدام المجال الكهربائي في معالجة الازدهار الطحلي

[The use of the electric field in the treatment of eutrophication]

ساجدة فرحان حسين¹ وأحمد عيدان الحسيني¹ ورويدة فاهم¹ وشذى علي شفيق²

¹وزارة العلوم والتكنولوجيا – دائرة البيئة والمياه
²الجامعة المستنصرية – كلية العلوم

Sajida Frhan Hussain¹, Ahmed Aidan Al-Hussieny¹, Roeda F. Kamel¹, and Shatha Ali Shafiq²

¹Ministry of Science and Technology, Directorate of water and Environment, Baghdad, Iraq

²College of Science, Department of Biology, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq

Copyright © 2016 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: Different electrical power were used (1.5, 3, 4.5, 6, 9 and 12 Volts) for removing algal bio mass by using power supply. Algal caused some problems to electrical power stations when cooling it by using river water. The best result appeared at 12, 9, 6 volts which reached to 100% after 30, 45, 75 min respectively. On the other hand the cell wall didn't destroyed, cells yellowish and the movement of algae reduced or didn't moved and the algal threads didn't changed in shapes when treated by electrical power.

KEYWORDS: Volts, algae, reduce and algal biomass.

الخلاصة: يتضمن البحث استخدام قوة كهربائية (فولت) بمستويات مختلفة بوساطة جهاز قدرة ممتثلة بـ 1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت لخفض وإزالة الكتلة الحية للطحالب المتسببة في خفض كفاءة محطات الطاقة الكهربائية أثناء عملية تبريدها بالمياه المجهزة من النهر. أظهرت الدراسة ان افضل النتائج في المعاملة كانت عند القوة بالـ 6 و 9 و 12 فولت حيث وصلت الإزالة للطحالب 100% بعد فترات زمنية 30, 45, 75 دقيقة على التوالي. اوضحت الدراسة عدم تحطم الجدران الخارجية أو الخلوية للخلايا الطحلبية المعاملة مع ملاحظة اصفرار الخلايا وبدون تمزق الجدار الخلوي مع تغير الحركة بطيئة إلى منعدمة ومن دون تغير أشكال الخيوط الطحلبية المعاملة.

الكلمات المفتاحية: الفولتية و الطحالب و خفض و الكتلة الحية.

المقدمة

أن ازدهار الطحالب يعد مشكلة خطيرة في المياه السطحية التي هي المصدر الرئيسي لإنتاج مياه الشرب, نظرا لنمو الطحالب السريع وهذا يؤثر على العديد من مصادر المياه ويؤدي الى التدهور النوعي لها في محطات المعالجة ويتطلب أستهلاك كيميائي عالي للإزالة (Zhang,2003). حاول العلماء إيجاد عدة طرق للقضاء على الطحالب مثل استخدام عملية الترسيب والتصفية مع مادة Peroxidant والاوزون والكلور وثاني اوكسيد البرمنكتات وعملية ترسيب مع استخدام الموجات فوق الصوتية (Petrusevski,1996 and Heng,2009). حاول العديد من العلماء البحث عن تقنية جديدة متعددة المستويات مثل استخدام المجال الكهرومغناطيسي وهي طريقة مثيرة للاهتمام مع هذه التقنية الكهربائية او المجال الكهربائي فانه يمكن القضاء من قبل الرقابة الالكترونية من خلال نقل الالكترون بواسطة المجال الكهربائي ، اذ يعتبر غشاء الخلية محطة تراكم الشحنات على السطح الخارجي للاغشية وبالتالي سوف تحدث حالة عدم أستقرار في سطح الاغشية بسبب خلل في حركة الايونات في سايتوبلازم الخلية وبهذا تتوقف البلاستيدة عن العمل ،ان العديد من الملوثات الموجودة في المياه تتألف من جزيئات غير عضوية، مثل الطين أو من المعادن المؤكسدة، ومن جزيئات بيولوجية مثل الجراثيم أو الطحالب. تحمل هذه الجزيئات بشكل عام شحنة سالبة، لذا فإنها تتنافر بعضها مع بعض وتكون نظاماً موحدًا، وثابتًا وغير قابل للتصفية تقريبًا. إن استقرار هذا النظام ينعكس في بقاء هذه الجزيئات متباعدة ومنتشرة في السائل ويسبب عدم ترسيبها، وهو ناتج عن القوى التي تعمل في المحيط بين السائل و سطح الجزيء الصلب ، إذ قام بعض الباحثين بدراسة قابلية الكلورين النشط للارتباط بغشاء وبروتوبلازم ونويات الخلية عند استخدام تأثير المجال الكهربائي على الخلايا المعالجة (Lee et al.,2010) وقد شخص أنواع الكلور الفعال الذي له دور مهم في عمليات ازالة الطحالب عند تعرض الطحالب لمجال كهربائي فان الثقوب الموجودة على غشاء الخلية تتأثر تحت جهد المجال الكهربائي (Jao et al.,2010) وقد درست ازالة المركبات

العضوية (الفنيول) باستخدام الفولتية الكهربائية وقد أثبتت كفاءتها لازالتها للفينولات ولها القابلية السريعة على ازالة اللون من بعض الاصباغ في محلول مائي من خلال هجوم سريع وعالي الالكترون مع رد فعل سريع للازالة ، كما لوحظ انخفاض تركيز كلوروفيل الطحالب كلما زادت قيمة الفولتية التي لها القدرة على تدمير أنواع مختلفة من البكتيريا (Sun,2012). تستخدم الفولتية الكهربائية لمعالجة مياه الصرف من السفن البحرية أثناء مسيرها في البحار وهذه المياه تشكل تهديدا خطيرا للبيئة البحرية مما أدى الى انتشار مسببات الامراض والكائنات الحية الطارئة على البيئة (Tamelander,2010). يستخدم التيار الكهربائي المضاعف من خلال تحطيم أغشية الخلايا بفولتية عالية اضافية خلال السائل وتستخدم هذه العملية لدعم الصناعة مثل ازالة الماء من الحماة واستخلاص زيوت. والسكريات او النشويات من النبات لان تمزق الخلايا وتحرر السوائل الداخلية للخلايا بسهولة اكبر لمحيطها الخارجي. ان استخدم التيار الكهربائي المضاعف يؤدي الى سحب الماء من السايوبلازم التي تقلل من التوصيلية الكهربائية للخلايا وتجعل نفاذية الغشاء البلازمي غير فعالة تكون السيورات اكثر مقاومة نتيجة تركيب جدارها وسمكه والفراغ البيني بين الجدار والسايوبلازم (Alvavz et al.,2006). لذا تهدف الدراسة الى ازالة وخفض الكتل الحيوية لمجتمع الطحالب المزدهرة باستخدام مستويات مختلفة من الطاقة الكهربائية ودراسة بعض التغيرات التي تحدث للخلايا .

المواد وطرائق العمل

الفحص الحيوي للطحالب

جلبت عينات الطحالب من نهر دجلة ونميت في ظروف مختبرية في حاضنة ضوئية تعمل بالطاقة الشمسية بواقع 24 ساعة ضمن نظام 8:16 أضاء : ظلام وبدرجة حرارة 25 ± 2 م بوسط زرع المحور Ch-10 ، وشخصت الطحالب الغير الدايتومية باستخدام شريحة الهيموسايتوميتر وفحصها على قوة 400X باستخدام مجهر ضوئي مركب. وبالاتحاد على عدد من المصادر في تشخيص الطحالب غير الدايتومية (Desikachary, 1959) و (Felisberto,2004) و (Prescott,1964). تم تشخيص الأنواع من صنف الدايتومات بعد إذابة المادة العضوية وإيضاح هيكلها وذلك باستخدام حامض النترك المركز وفحصها تحت قوة تكبيرية 1000 X بالاتحاد على (Edward,2010) .

معاملة الطحالب باستخدام الفولتية الكهربائية

تم استخدام الفولتية الكهربائية على مجتمع من الطحالب المحلية بحجم 150 مليلتر للمعاملة والسيطرة والتي تضمنت صنف الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايتومية ، ثم عولمت بفولتية كهربائية بوساطة جهاز قدرة للتيار الكهربائي نوع Long wel DC power supply LW- 3010 KD الذي أعطى مستوى من الفولتية متمثلة بـ 1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت ، اضافة الى مقارنتها باستخدام نضائد محلية وبنفس مستويات الفولتية المستخدم لخفض الكتلة الحية للطحالب .

فحص الفولتية الكهربائية

فحصت الفولتية الكهربائية ضمن الاوساط المعاملة والسيطرة بوساطة جهاز Clamp meter نوع 3PK-2002A لمراقبة ثبات الفولتية بشكل مستمر ضمن فترة الدراسة .

النتائج و المناقشة

استخدمت مستويات مختلفة من الفولتية الكهربائية على كتلة حيوية للطحالب اذ بينت النتائج تأثير مستوى الفولتية البالغ 12 فولت بعد مرور 30 دقيقة من التجربة والتي بلغت فيها الكتلة الحيوية الكلية لخلايا الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايتومية الى 202 و 462 و 134 خلية / مليلتر على التوالي بعد 15 دقيقة من التجربة، إذ يتكون الجدار الخارجي للطحالب من مادة polyacylamls المادة الهلامية والتي بنيت على عدد من البروتين السكري كمادة تحتوي على الألياف المجهرية السليولوزية والمشباهة في النبات والذي يسمى بالمشبك البلوري، كما يحتوي الجدار الخارجي للطحالب على 30% مادة بروتينية وعدد كبير من الحوامض الأمينية أي مايعادل من 10-14 % احماض امينية اضافة الى ذلك يحتوي الجدار على العديد من الأملاح الداخلة في تركيبه والتي تحتوي الشحنتين السالبة والموجبة ولذلك اكتسب الشحنتين وتكون هذه الأملاح على السطح الخارجي للجدار مثال ملح (LiCl)، كما تثبط الكائنات الحية عندما تتعرض لعوامل خارجية حيث يحدث تغير جوهري في تركيب الخلايا او بالوظيفة الفسلجية لتلك الخلايا مثال ذلك تتوقف وعطل نفاذية غشاء الخلية او عند تحطم تركيب ووظيفة الخلية ويكون السبب الرئيسي لموت الخلايا عند تعرضها لفولتية كهربائية عالية (Lado,2002)، أما في زمن التجربة 30 و 45 و 60 دقيقة وصلت الكتلة الحيوية الكلية لكل المجاميع الطحلبية الى الصفر قياسا بالسيطرة التي بلغت فيها الكتلة الحيوية الكلية للمجاميع الى 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (1) والصورة (1) يوضح ذلك .

جدول (1) تأثير مستوى الفولتية البالغ 12 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 12 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	74	0	0	0
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	0	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	12	0	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	45	0	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	4	0	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	13	0	0	0
	521	202			
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	24	0	0	0
Blue-green filamentous algae	42	32	0	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	32	0	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	29	0	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	43	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützinger	53	14	0	0	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	116	32	0	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	32	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	132	77	0	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	54	0	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	8	0	0	0
<i>Westiellopsis prolifica</i> . Janet.	148	85	0	0	0
	1004	462			
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützinger	11	2	0	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	21	0	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	43	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	36	0	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	11	0	0	0
<i>Navicula resola</i>	43	21	0	0	0
	291	134			
Total	1816	798	0	0	0



صورة (1) استخدام مستوى 12 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما استخدام مستوى الفولتية 9 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير واضحاً في الدقيقة 45 و 60 من بدء التجربة والتي بلغت صفر أما الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايوتومية بلغت 234 و 591 و 228 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 140 و 338 و 127 خلية / مليلتر على التوالي قياساً بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي. والجدول (2) والصورة (2) يبين ذلك

جدول (2) تأثير مستوى الفولتية البالغ 9 فولت على الطحالب بزمن مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 9 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	32	16	0	0
<i>Kirchneriella obese</i>	63	34	23	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	23	18	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	76	34	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind	34	13	6	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	56	43	0	0
	521	234	140		
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	21	11	0	0
Blue-green filamentous algae	42	23	12	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	73	42	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	65	23	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	54	34	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützting	53	35	21	0	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	116	63	45	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	32	11	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	132	42	21	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	43	12	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	33	11	0	0
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	116	95	0	0
	1004	591	338		
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützting	11	6	2	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	34	23	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	55	34	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	78	32	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	32	21	0	0
<i>Navicula resola</i>	43	23	15	0	0
	291	228	127		
Total	1816	1053	605	0	0

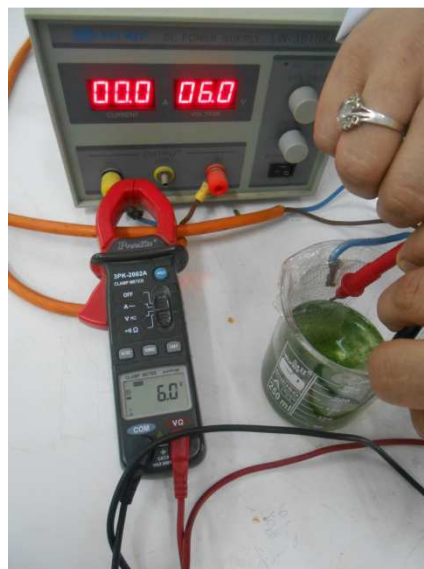


صورة (2) استخدام مستوى 9 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

باستخدام مستوى الفولتية 6 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متفاوت بين المستويات من الفولتية نتيجة لخفض جهد النقل الغشائي لذلك تكون أكثر تحسناً لعمليات الجهد الكهربائي المضاعف (Marks,2000) وتكون سبورات الاحياء المجهرية ومنها البكتريا والاعفان أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية لذلك يستخدم التيار الكهربائي المضاعف لمعاملة تلك السبورات [Grah,1996] ، بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايتومية في الدقيقة 15 من بدء التجربة 221 و 644 و 212 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 147 و 509 و 172 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 66 و 315 و 79 خلية / مليلتر على التوالي وبالدقيقة 60 من بدء التجربة بلغت الى 28 و 134 و 65 خلية / مليلتر على التوالي ، قياساً بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي. والجدول (3) و الصورة (3) يبين ذلك .

جدول (3) تأثير مستوى الفولتية البالغ 6 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 6 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	47	32	32	11
<i>Kirchneriella obese</i>	63	36	22	7	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	21	19	2	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	73	52	23	17
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	23	18	2	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)	66	21	4	0	0
	521	221	147		
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	42	21	18	11
Blue-green filamentous algae	42	53	32	11	8
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	127	106	76	32	11
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	77	52	23	14
<i>L. major</i> Meneghinii	87	65	63	48	36
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützting	53	11	11	11	5
<i>M. flos-aquae</i> (Witr.) Kirchner	23	54	54	21	17
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	3	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	32	19	5	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	55	42	27	0
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	43	26	18	0
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	116	127	106	32
	1004	644	509		
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützting	11	9	3	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	35	22	4	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	62	58	22	15
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	53	46	21	18
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	42	32	21	21
<i>Navicula resola</i>	43	11	11	11	11
	291	212	172		
Total	1816	1077	828	460	227



صورة (3) استخدام مستوى 6 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

باستخدام مستوى الفولتية 4.5 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرق والدايتومية 467 و 851 و 199 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 366 و 627 و 175 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 220 و 459 و 138 خلية / مليلتر على التوالي وبالدقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 49 و 183 و 68 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (4) والصورة (4) يبين ذلك .

جدول (4) تأثير مستوى الفولتية البالغ 4.5 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 4.5 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	212	196	146	32
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	42	21	6
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	30	23	18	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	79	49	27	11
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	30	19	8	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) de Brébisson	66	62	37	0	0
	521	467	366	220	49
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	58	28	0	0
Blue-green filamentous algae	42	42	31	23	8
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	127	114	100	84	43
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	98	93	67	53	32
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	82	67	40	21
<i>L. major</i> Meneghinii	87	80	53	49	14
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	51	40	32	12
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	23	20	13	8	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	11	7	3	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	32	32	29	19	2
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	83	31	23	12
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	50	39	20	7
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	135	122	105	32
	1004	851	627	459	183
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	9	4	4	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	33	28	20	4
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	63	60	49	32
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	63	60	48	24
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	31	23	17	8
	291	199	175	138	68
Total	1816	1517	1168	817	300

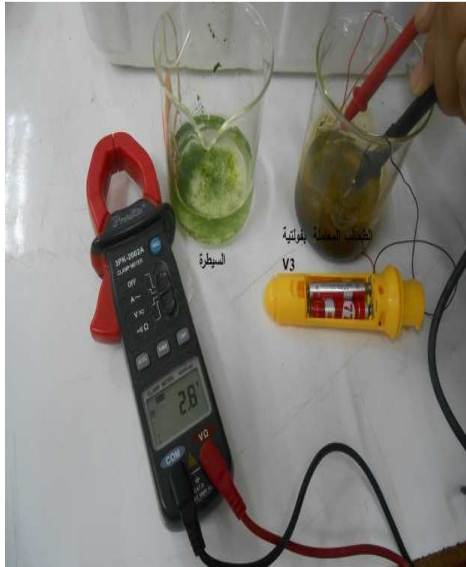


صورة (4) استخدام مستوى 4.5 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

عند استخدام مستوى الفولتية 3 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والمزرقة والدايتومية 397 و 857 و 140 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 297 و 618 و 107 خلية / مليلتر على التوالي ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب الى 178 و 362 و 80 خلية / مليلتر على التوالي وبالدقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 97 و 211 و 40 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي . والجدول (5) والصورة (5) يبين ذلك .

جدول (5) تأثير مستوى الفولتية البالغ 3 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	3 V / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	165	115	100	52
<i>Kirchneriella obesa</i>	63	56	34	11	4
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	23	21	7	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i>	87	67	56	18	11
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind	34	32	28	21	17
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)	66	54	43	21	13
	521	397	297	178	97
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	11	6	0	0
Blue-green filamentous algae	42	11	8	0	0
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	177	159	127	63	54
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	43	33	17	0
<i>L. major</i> Meneghinii	87	65	49	32	21
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützinger	53	34	21	14	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	123	116	97	65	53
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	7	3	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	213	148	86	63	32
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	76	56	34	13
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	45	37	21	6
<i>Westiellopsis prolifica</i> . Janet.	148	137	95	53	32
	1004	857	618	362	211
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützinger	11	8	8	3	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	23	21	12	6
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	45	34	30	12
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	21	11	11	11
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	11	11	8	0
<i>Navicula resola</i>	43	32	22	16	11
	291	140	107	80	40
Total	1816	1394	1022	620	348

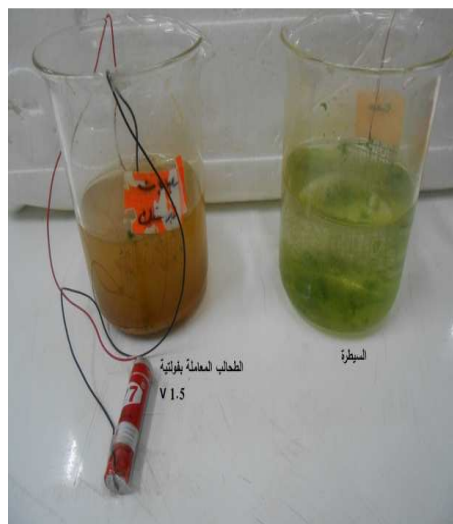


صورة (5) استخدام مستوى 3 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما بمستوى الفولتية 1.5 فولت على الكتلة الحيوية للطحالب فقد كان التأثير متدرجا في زمن التجربة المختلف من خلال الدقيقة 15 من بدء التجربة بلغت الكتلة الحيوية الكلية لمجاميع الطحالب الخضراء والخضر المزرقة والدايتومية 350 و 1037 و 256 خلية / مليلتر على التوالي والدقيقة 30 بلغت 284 و 913 و 197 خلية / مليلتر على التوالي ، يستخدم التيار الكهربائي كنظام ضد الالتصاق حيث تكون الاحياء المجهرية ذات شحنة سالبة على الغالب لذلك فان القطب الموجب يقوم بسحب تلك الاحياء وبذلك يقتلها بتيار كهربائي منخفض حوالي 1-1.5 فولت وبذلك يمنع الاحياء من التجمع حول القطب لفترات زمنية طويلة باستخدام تيار كهربائي متناوب ، أما الدقيقة 45 اذ بلغت الكتلة الحيوية للطحالب 244 و 801 و 162 خلية / مليلتر على التوالي بالدقيقة 60 من بدء التجربة وصلت الى 175 و 643 و 92 خلية / مليلتر على التوالي ، قياسا بالسيطرة البالغة 521 و 1004 و 291 خلية / مليلتر على التوالي والجدول (6) و الصورة (6) يبين ذلك .

جدول (6) تأثير مستوى الفولتية البالغ 1.5 فولت على الطحالب باوقات مختلفة

المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	V 1.5 / دقيقة			
		15 دقيقة	30 دقيقة	45 دقيقة	60 دقيقة
CHLOROPHYCEAE					
<i>Chlorella vulgaris</i>	233	116	106	106	85
<i>Kirchneriella obese</i>	63	54	43	33	21
<i>Kirchneriella lunaris</i>	38	32	25	21	13
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	87	66	47	37	26
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	34	31	21	15	9
<i>Scenedesmus quadricauda</i> .	66	51	42	32	21
	521	350	284	244	175
CYANOPHYCEAE					
<i>Anabaena wisconsinense</i>	63	54	32	21	21
Blue-green filamentous algae	53	42	34	28	22
<i>Chroococcus montanus</i> . Lemmermann	184	177	176	169	152
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	84	80	76	56	32
<i>L. major</i> Meneghinii	256	87	65	49	34
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	53	31	22	16	12
<i>M. flos-aquae</i> (Witr.) Kirchner	148	123	112	102	98
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	11	11	9	5	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	213	190	176	154	132
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	87	70	67	56	34
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	54	45	37	29	21
<i>Westiellopsis prolific</i> . Janet.	148	127	116	116	85
	1004	1037	913	801	643
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	11	11	8	6	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	43	41	34	21	11
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	65	61	53	37	26
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow	87	63	42	42	21
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	42	39	26	23	13
<i>Navicula resola</i>	43	41	34	33	21
	291	256	197	162	92
Total	1816	1643	1394	1207	910



صورة (6) استخدام مستوى 1.5 فولت على خفض الكتلة الحية للطحالب

أما باستخدام المستويات المختلفة من الفولتية المتمثلة بـ 1.5 و 3 و 4.5 و 6 و 9 و 12 فولت على الكتلة الحية للطحالب لمدة 24 ساعة ، اذ بينت النتائج ان الكتلة الحية للطحالب تأثرت بشكل كبير بمختلف المستويات ولكن ماعدا مستوى 1.5 كانت الكتلة الحية متذبذبة والجدول (7) يوضح ذلك .

جدول (7) تأثير مستوى الفولتية المختلفة على الطحالب خلال 24 ساعة من التجربة

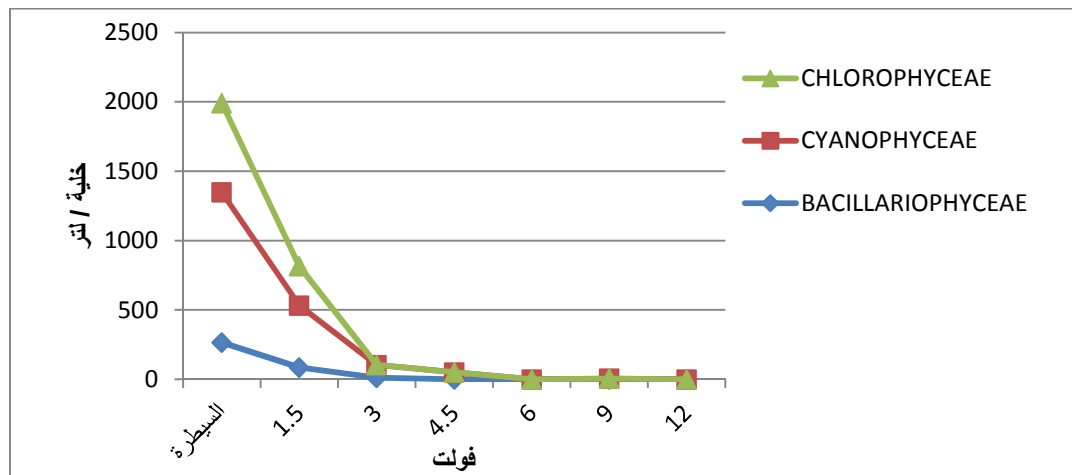
المجاميع الطحلبية	السيطرة خلية / مليلتر	انواع الفولتيات V					
		1.5	3	4.5	6	9	12
CHLOROPHYCEAE							
<i>Chlorella vulgaris</i>	317	242	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella obesa</i>	95	42	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella lunaris</i>	39	0	0	0	0	0	0
<i>Kirchneriella subsolitaria</i> .	78	0	0	0	0	0	0
<i>Monorephidum arcuatum</i> .Hind	53	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	60	0	0	0	0	0	0
CYANOPHYCEAE							
<i>Anabaena wisconsinense</i>	106	87	11	11	0	2	0
Blue-green filamentous algae	42	21	7	2	0	2	0
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	137	127	11	3	0	1	0
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	76	0	0	0	0	0	0
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	68	0	0	0	0	0	0
<i>L. major</i> Meneghinii	76	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	106	0	0	0	0	1	0
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	95	85	0	0	0	0	0
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	42	11	0	0	0	0	0
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	43	11	32	21	0	0	0
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	78	0	0	0	0	0	0
<i>Phormidium ambiguum</i>	67	0	0	0	0	0	0
<i>Westiellopsis prolifica</i> . Janet.	148	106	32	13	0	0	0
BACILLARIOPHYCEAE							
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	23	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	54	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	36	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.)	67	0	0	0	0	0	0
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith	85	85	11	0	0	0	0

اما جدول (8) يبين مدى تأثير المستويات من الفولتية على حركة ولون وسلوكيات الكتلة الحية من الطحالب بمختلف المجاميع الطحلبية المستخدمة في التجربة خلال 24 ساعة من بدء التجربة .يستخدم التيار الكهربائي المباشر لتعقيم المياه مما يؤدي الى تجمع الطحالب على شكل جزينات غروية وبذلك يمكن فصلها من المحلول المائي (Feng et al., 2004). ان فعالية استخدام الكهربائية ذات تأثير عالي لقتل البكتريا تعتمد بالغالب على الانود وعوامل التدفق للسائل والاس الهيدروجيني للمفاعل المستخدم للمعاملة يعتمد على المجال الكهربائي المسلط على غشاء الخلية (Vacca et al., 2011). ان المجاميع الكيميائية المكونة لجدار الخلايا البكتيرية تعطي شحنة سالبة لسطح الخلية وهذا يؤثر على حركة تلك الخلايا تحت تأثير المجال الكهربائي حيث تندفع الاحياء المجهرية سالبة الشحنة باتجاه الانود وتجري واحد من الانود الى الكاثود (Marks,2000) .

جدول (8) الصفات المظهرية للطحالب بعد 24 ساعة من المعاملة

المجاميع الطحلبية	انواع مستوى الفولتيات					
	1.5	3	4.5	6	9	12
CHLOROPHYCEAE						
<i>Chlorella vulgaris</i>	اصفرار	الطحالب	الطحالب	زيادة	اصفرار	اصفرار
<i>Kirchneriella obesa</i>	الخلايا وانعدام	الخصر انعدمت	الخصر توقفت	التكتلات	بدون حركة	الخلايا وانعدام
<i>Kirchneriella lunaris</i>	الحركة	بها الحركة مع	عن الحركة مع	وزيادة		الحركة
<i>Kirchneriella subsolitaria</i>		اصفرار	اصفرار	الاصفرار		
<i>Monorephidum arcuatum</i> . Hind		البلاستيكية	البلاستيكية بدون			
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)			تغيير في شكل			
			الخلية مما ادى			
			الى ترسيبها			
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena wisconsinense</i>	اصفرار	اصفرار	قليلة الحركة		اصفرار	اصفرار وعدم
					الخيوط بدون	انتظام الخيوط
					حركة	الطحلبية مع
Blue-green filamentous algae	اصفرار	اصفرار	قليلة الحركة		اصفرار	عدم الحركة
<i>Chroococcus minor</i> . Lemmermann	اصفرار	اصفرار	حركة جدا		اصفرار	بدون تمزيق
	وترسيب الخلية	وترسيب الخلية	بطيئة		بدون حركة	جدران الخلية
<i>C. turgidus</i> (Kütz.) Nägeli	اصفرار		حركة جدا		اصفرار	مع تكتل
	وترسيب الخلية		بطيئة			الخلايا
<i>Lyngbya aestuarii</i> Lammermann	قليلة الحركة				اصفرار	الطحلبية
<i>L. major</i> Meneghinii	قليلة الحركة				اصفرار	وخاصة
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützting	اصفرار			اصفرار	اصفرار	الطحالب
	وترسيب الخلية			الخيوط	المستعمرة	الخطية
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchner	اصفرار			دون تغيير	بدون حركة	
	وترسيب الخلية			في شكل	مع تغيير	
				الخيوط	شكل الخلية	
<i>Nostoc muscorum</i> Agardh	اصفرار	قليلة الحركة	قليلة الحركة		توقف عن	
					الحركة مع	
					تغيير شكل	
					الخيوط	
<i>Oscillatoria limnetica</i>	اصفرار				اصفرار	
					بدون حركة	
<i>O. lemmermanni</i> . Bory	اصفرار	اصفرار بدون			اصفرار	
		حركة			بدون حركة	
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	اصفرار	اصفرار الخيط			توقف عن	
					الحركة مع	
					اصفرار	
<i>Westiellopsis prolifica</i> . Janet.	اصفرار بدون	انكماش في	اصفرار الخيط		اصفرار	
	حركة	شكل الخيط مما	مع قلة الحركة		بدون حركة	
		ادى الى تكتله			مع تغيير	
					شكل الخيط	
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Cymbella affinis</i> Kützting	حركة	بدون حركة او	حركة	قلة الحركة	التوقف عن	عدم الحركة
	الدائياتومات	حركة جدا	الدائياتومات	مع اصفرار	الحركة	
<i>Diatoma elongatum</i> Bory	قليلة جدا	ضعيفة	قليلة جدا قياسا	الخلايا بدون	التوقف عن	
			بالطحالب	تغيير في	الحركة	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory			الخطية	اغلفة واغشية	التوقف عن	
				وجدران	الحركة	
<i>Nitzschia acicularis</i> . (Greg.) Grunow				الخلايا	التوقف عن	
				الطحلبية	الحركة	
<i>N. sigma</i> (Ehr.) W. Smith					توقف	
					الحركة	

ان تأثير التيار الكهربائي المضاعف المستخدم لتنشيط الاحياء المجهرية يختلف من نوع الى اخر وكذلك من طور الى اخر ضمن النوع نفسه (Ortega,2011) حيث وجد الباحثين ان الطور الوغارتي للخلايا اكثر تحسسا من طوري الاقلمة وطور الثبات (Hülshager,1983 و Barbosa,1999). ومن خلال شكل (1) يبين مدى تأثير المستويات المختلفة من الفولتية المستخدمة في التجربة للمجاميع الطحلبية المتمثلة بـ Chlorophyceae و Cyanophyceae و Bacillariophyceae وكانت الطحالب الخضراء أكثر الانواع الطحلبية تحسسا اتجاه التيار الكهربائي بينما انواع الطحالب الخضراء المزرق كانت مقاومة للتيار لبعض الوقت ممثل بطحلب *Anabaena wisconsinensis* و *Chroococcus minor* و *Westielloopsis prolifica* ، أما انواع الطحالب الدايتومية كانت متحسسة بنسبة 100% ما عدا طحلب *Nitzschia sigma* في 1.5 و 3 فولت والشكل (1) يوضح ذلك .



شكل (1) تأثير المستويات المختلفة من الفولتية على مجاميع المجتمع الطحلي

أستخدم العديد من باحثين مواد تؤدي إلى موت أو خفض معدلات النمو للطحالب إلا أنها ذات ضرر بيئي كبير مثل استخدام مادة كبريتات النحاس والتي تؤدي إلى تمزق الجدار الخارجي للطحالب مع خروج المواد السامة للوسط البيئي بدون التأثير عليها وهذا خطر جدا من خلال الطحالب التي تحمل جينات لإفراز تلك السموم ومنها شعبة الطحالب الخضراء المزرق ، وفي دراسة (الحسيني،2014) التي خفضت الكتلة الحيوية للطحالب باستخدام مادة برمنغنات البوتاسيوم وبدون تمزق للجدار الخارجي للطحالب ومن ضمنها الطحالب المنتجة للسموم هذا ما يؤمن سلامة البيئة المائية وبقية الاحياء ، وهذا ما يطابق الدراسة الحالية باستخدام مستويات الفولتية الكهربائية لتنشيط النمو الطحلي بدون ضرر بيئي ناتج عند عدم تمزق الجدار الخارجي للطحالب .

الاستنتاجات والتوصيات

1. القوة الكهربائية المستخدمة ضمن الدراسة الحالية (الفولتية الكهربائية) واطئة الكلفة وذات كفاءة عالية في خفض الكتلة الحية لمجتمع الطحالب المتسبب في الاضرار لمحطات المعالجة المختلفة .
2. عدم تمزق جدران الخلايا الطحلبية وخاصة الطحالب التي تمتلك السموم وهذا دليل على عدم التسبب بانتشار السموم وتركيزها بالوسط .
3. عملية ازالة الخلايا الحية للطحالب بلغت 100 % بوقت قصير جدا وبدون تكلفة مادية عالية .
4. أظهرت المعاملة بالقوة الكهربائية الى ترسيب الخلايا الطحلبية بصورة تامة نتيجة لموت الخلايا وفقدانها مظاهر الحياة وهذا جعلها سهلة الازالة من احواض المعالجة ضمن المنظومات .
5. التيار الكهربائي المستخدم للمعالجة غير ضار للانسان او الحيوان في حالة التعرض المباشر لها .
6. استخدام الدراسة الحالية ضمن منظومة تدخل في معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي كونها تزيل الاحياء المجهرية وحتى تفكيك المركبات الكيميائية .
7. من الممكن ازالة وتحلل السموم الحيوية باستخدام القوة الكهربائية .
8. اجراء دراسات واسعة على كل الاحياء المجهرية والتي من ضمنها البكتيريا والفطريات والهائمات الحيوانية والفايروسات .
9. اختبار الدراسة الحالية في القضاء على الامراض السرطانية .

المصادر

الحسيني،أحمد عيدان و محمد،ايلاف سمير و كامل،رويدة فاهم .(2014). خفض إنتاجية الكلوروفيل من متخلف الطحالب بمادة برمنغنات البوتاسيوم . مجلة وزارة العلوم والتكنولوجيا .المجلد الخامس العدد الثاني .

REFERENCES

- [1] Alvarez I, Condon S, Raso J.(2006). Microbial inactivation by pulsed electric fields. In: Raso J, Heinz V, eds. *Food Pulsed Electric Fields Technology for the Food Industry, Fundamentals and Applications*. New York, NY: Springer:97-129.
- [2] Barbosa-Cánovas GV, Góngora-Nieto MM, (1999).Pothakamury UR, Swanson BG. *Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields*.San Diego, Academic Press.
- [3] Desikachary, T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research New Delhi. 686 pp.
- [4] Edward G. Bellinger. And David C. Sigee. (2010). Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham, Wilts.pp 285.
- [5] Felisberto, S.A. & Rodrigues, L. (2004). Periphytic Desmids in Corumbá, Goiás, Brazil: Genus *Cosmarium* Corda. *Braz. J. Biol.*, 64 (1):1-2.
- [6] Feng C.P., Suzuri K., Zhao S.Y., Sugiura N., Shimada S., Maekawa T., (2004). Water Disinfection by Electrochemical Treatment, *Bioresour. Technol.* 94, 21–25.
- [7] Grahl T, Markl H. (1996).Killing of microorganisms by pulsed electric fields. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 45(1/2):148-157.
- [8] Heng,L.,Jun,N.,Wen-Jie,H and Guidai,L.(2009).Algae removal by Ultrasonic irradiation- Coagulation.Desalination.239, 191 – 197.
- [9] Hülshager H, Potel J, Niemann EG.(1983). Electric field effects on bacteria and yeast cells. *Radiation & Environmental Biophysics*. 22:149-162.
- [10] Lado BH, Yousef AE. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection*.2002;4:433-440.
- [11] Marks R. E., ACAR Y. B., GALE R. J., OZSU-ACAR E.(2000). In-situ bioelectrokinetic remediation of contaminated soils containing hazardous mixed wastes in “Bioremediation of Contaminated Soils”. Edited by Wise, D.L., and D.J. Trantolo, Cichon J. E., Inyang H. I., Stottmeister U., Marcel Dekker, Inc., New York-Basel,.
- [12] Ortega-Rivas E. (2011).Critical Issues Pertaining to Application of Pulsed Electric Fields in Microbial Control and Quality of Processed Fruit Juices. *Food and Bioprocess Technology*. 4:631-645.
- [13] Petrusevski,B.,van Breemen A.N .and Alaerts,G.(1996).effect of permanganate pretreatment and Coagulation with dual Coagulants on algae removal in direct filtration.J.Water Supply Res- Technol-AQUA, 45,316-326.
- [14] Prescott, G.W. (1964). the Fresh-Water Algae. William, C. Brown Co., Publ. Dubuque, Iowa, 222 pp.
- [15] Sun B,Aye N.N,Gao Zy,Lv D.Zhuxm and Sato M.(2012).Characteristic of gas –liquid pulsed discharge plasma reactor and dye decoloration efficiency.J.Environ . Sci.24(5) 5-840.
- [16] Tamelander,J,Riddering L,Haag.F, and Matheickal J.(2010).Glo Ballast Partnerships Project Coordination unit / International maritime organization.4Albert Embankment ,London.SE1.7SR.United Kingdom and IUCN.BOOK.
- [17] Vacca A., Mascia M., Palmas S., Da Pozzo A., (2011). Electrochemical Treatment of Water Containing Chlorides under Non Ideal Flow Conditions with BDD Anodes, *J. Appl. Electrochem.* 41, 1087–1097.
- [18] Zhang.G., Zhang.P.,Wang.B. and Liu,H.(2003).Ultrasonic frequency effects on the removal of microcystis aeruginosa.Ultrasonic Sonochemistry .13,446-450.

The effectiveness of artificial recharge by treated wastewater in combating seawater intrusion – The case study of Korba-El Mida aquifer (Cape Bon, Tunisia)

Amira Mekni and Abderrazek Souissi

Water Science and Technology Laboratory,
National Agronomy Institute of Tunis,
University of Carthage, Tunisia

Copyright © 2016 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 Korba aquifer on the North-Eastern of Cape Bon (Tunisia) has suffered from an overexploitation since the 1960s. This overexploitation has caused a seawater intrusion and a degradation of groundwater quality. Therefore, as part of planning and development of water resources in Tunisia, artificial recharge by treated wastewater was installed in the north of Korba treatment plant since December 2008. The process could act as a barrier for seawater intrusion hydraulic barrier to combat saltwater intrusion and to maintain the quality of groundwater.

After 4 years, piezometric maps established from 18 piezometers and 25 observation wells measured showed a progressive increase in piezometric level locally between 2008 and 2012. The increase of piezometric level exceeds 1.5 m per year in some regions, especially around the recharge site. The salinity distribution in 2012 revealed a decrease in groundwater salinity around the recharge area and in the northwest. In addition, stability in a 1 km-wide band parallel to the sea through recharge site was showed. However, in the northwest of the recharge site, high salinity was observed and reaching 7.5 g/l in some wells. The spatial variability of groundwater quality illustrates the complexity of the aquifer contamination by salinization and anthropic activities.

KEYWORDS: Korba aquifer, seawater intrusion, artificial recharge, piezometric level, salinity, anthropic activities.

1 INTRODUCTION

Water stress is a major problem of countries concerned by water scarcity for multiple reasons. In fact, the water demands have increased during the last decades due to rapid urbanization, agricultural activities and the growth of the population. In an arid or semi-arid context, the intensive extraction groundwater from coastal aquifers reduced freshwater outflow to the sea and created local water aquifer depression, causing seawater intrusion [1]. A large proportion of the Mediterranean coastline was reported to be affected by seawater intrusion [2], [3], [4], [5]. In many parts of the country, groundwater development has already reached a critical stage. The coastal aquifer of the Cape Bon peninsula in the North East of Tunisia, is a typical case of groundwater depletion due to the large quantities of water abstracted by the agriculture and industrial sectors since the 1960s [6], [7], [8], [9]. Additionally, the use of various fertilizers has damaged qualitatively and quantitatively the groundwater resources [10]. Therefore, managed aquifer recharge using treated wastewater has the potential to provide new and low cost source of water, especially to prevent the seawater intrusion by creating freshwater barriers and reducing groundwater salinity in agricultural areas. This technique has shown positive and very encouraging results in many countries throughout the world. In Tunisia, it is part of the integrated management of water resources since the seventies [11].

In December 2008, a pilot site was established in the region of Korba to recharge the aquifer with treated wastewater from Korba treatment plant. The present article, aims to investigate the effect of artificial recharge on the groundwater quality during 4 years since its implementation. Water levels, salinity, Ph and Conductivity and are the principal parameters measured to characterize the spatial and temporal evolution of groundwater after recharge experiment.

2 SITE DESCRIPTION

2.1 GEOGRAPHIC, GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGIC CONTEXT

The Korba-El Mida aquifer is located in the North-Eastern Cape-Bon peninsula of Tunisia and administratively belongs to Nabeul governorate (Fig. 1a). The study area is the central part of the oriental coastal plain of the Cap Bon (average 470 Km²). The aquifer is delimited in the South by wadi Sidi Othmen, in the North by wadi Lebna, in the west by Jebel Abderrahmane and in the East by the Mediterranean Sea (Fig. 1b). The study area is characterized by a semi-arid Mediterranean climate with an average temperature of 19 °C; a relative humidity varies between 71 % and 81% and a mean evapotranspiration of 1100 mm. The rainfall is characterized by strong variability with an annual average precipitation of 420 mm/year [12]. The majority of rainfall comes between November and March, the period of highest groundwater levels.

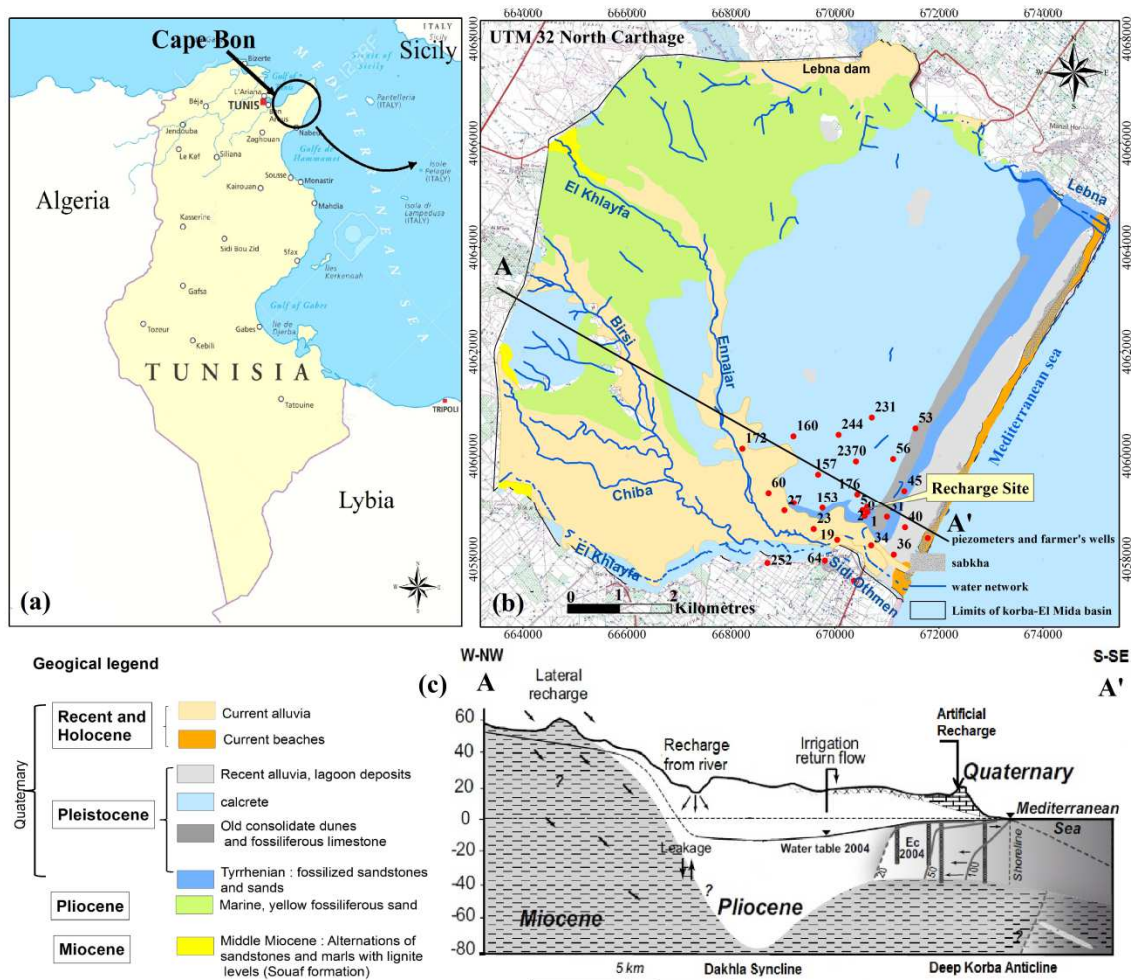


Fig. 1. (a) Location Map (b) Geological settings of Study Area with sampling points on control piezometers and farmers' wells (c) Simplified geological cross-section

The Korba-El Mida aquifer system is constituted by three main geological units: marine Quaternary, Pliocene and Middle Miocene ages (Fig 1b) such as described by [6] and [13]. The Middle Miocene relates to detrital deposits mainly from deltaic bodies known as the Belgia formation. The Pliocene deposited presents the main aquifer, was formed by marine deposit in the Dakhla synclinal north of Korba city [8]. Quaternary deposits are composed of two units: upper Pleistocene and Holocene deposits. These deposits forms nowadays coastal consolidated dunes built by wind following marine regression [14]. The old consolidated dunes cover the Tyrrhenian deposits [15]. The Tyrrhenian formations forming approximately a 1.2 km width band parallel to the coast all along the domain [8]. It is made of arenitic limestones overlying conglomeratic units [16] with a total thickness ranging between 10 to 50 m [17]. The encrusted limestone extends over significant distances. They are very rich in calcite, silica, sometimes in gypsum and alumina and frequently colored by iron salts. Finally, the late Holocene deposits are formed by recent alluvia of Oued Chiba, by sebkhas deposits and current dunes and beaches [1].

The aquifer can be divided in two hydrogeological units: the deeper Miocene and the Plio-Quaternary units. The Miocene marls of the Souaf formation constitute an impermeable substratum and contain a brackish water with a salinity of 3 to 4 g/L [11]. The Plio-Quaternary aquifer is constituted by two formations, the deeper Pliocene and the upper Quaternary. This aquifer is very productive, especially in Korba plain, with a transmissivity of 10^{-2} to 10^{-4} m²/s and 60 m of average thickness. Piezometers and shallow wells typically intersect the two horizons. Its depth varies between 20 to 50 m.

Previous studies have contributed to the understanding of the coastal plain of the Cap Bon [6], [7]. The water table is: recharge by infiltration of precipitation estimated to be less than 10%. Additional recharge from wadis and topographic depressions is also expected [8]. Other sources of recharge are irrigation return flow and lateral recharge by leakage from the underlying Miocene sandstones [8]. The most important output of this aquifer is the groundwater abstraction for irrigation.

2.2 PRESSURE ON GROUNDWATER RESOURCES IN THE REGION

The Korba plain is an important agricultural region involving several irrigated areas, especially, it is the main producer of tomato and peppers in Tunisia (3000 ha cultivated area to each: 22% of the national production and 35% of the regional production [18]). Also, this region is characterized for being one of the first providers, in winter, of fresh vegetables (the first in Cap Bon regional production level) and fruits without forgetting strawberries production which is experiencing remarkable growth (8000 tons quantity produced: 85% of the national production).

The exploitation of the Korba aquifer began in the 60's mainly for irrigation purposes, and reached 43 Mm³/year in the 80's. Since then, the exploitation rates oscillate around 50 Mm³/year[8]. Indeed, the local water management authority identified more than 9000 active wells in a region covering around 400 km² [8]. Most of the wells located in very small farms are traditionally dug, shallow, and equipped with oil or electrical motor pumps. Besides, the study area is discussed in the north and south by industries, but with low density. Thus, their influence on the tablecloth is of less importance compared to other sources of pollution.

According to the qualitative analysis, groundwater depletion is on the one hand caused by limited recharge and on the other by the overexploitation (abstractions exceeding natural replenishment) of aquifers. Overexploitation can be attributed to illegal borehole drilling, mostly by farmers for irrigation purposes, and to the lack of control over the operation of private boreholes. In addition, the technical capacity of farmers in the region is very limited. Therefore, the adoption of water intensive cropping patterns and the restriction to apply water saving techniques exacerbates the problem. Furthermore, three types of fertilizers are used: organic, mineral and mixed. Their massive use in the Korba area has disturbed the local ecosystem and increased pest resistance, which results to, even more, extensive pesticide use [19].

3 MATERIAL AND METHODS

3.1 EVOLUTION OF KORBA GROUNDWATER DURING THE LAST FIFTY YEARS

Hydrodynamic and quality data have been collected through a network, set up since the sixties by the local groundwater management authority: Regional Office of Agriculture Development (CRDA Nabeul) and the General Direction of Water Resources (DGRE) at the Ministry of Agriculture, Water and Fisheries Resources.

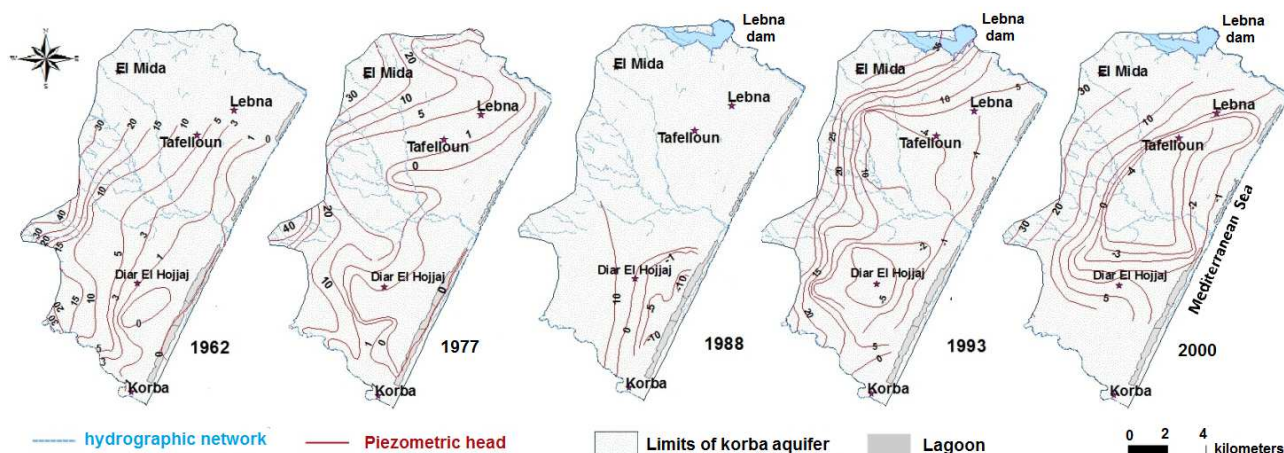


Fig. 2. Piezometric evolution of the Korba aquifer: 1962 and 1977 from Ennabli (1980); 1988 from Ochi (1988); 1993 from Rekaya (1993) and 2000 from CRDA Nabeul (2004) (Chiba and Lebna dams built respectively in 1963 and 1986)

Piezometric map in 1962 [6] shows a zero curve which appeared for the first time at Diar El Hajaj (Figure 2). At this moment, water flow has a west-east direction with a positive hydraulic heads. After that, the construction of Chiba dam in 1963 caused a decrease of water table downstream and the progress of the zero curves in the continent to Tafelloun in 1970. In addition, the growth of groundwater abstraction during 80s and the irregularity of precipitation caused a negative piezometric level (10 m below sea) near the sea in 1988 at Diar El Hojaj. Years later, two critical depressions (5 m below sea) are appeared in 1993 at Diar El Hojaj and Tafelloun regions. This means that, the hydraulic gradients were reversed mainly toward the central part of the aquifer leading to an acceleration of the seawater intrusion. Consequently, hundreds of wells were salinized and then abandoned in spite of the action of the authorities. This situation is ameliorated in 2000 at Diar El Hojaj and Tafelloun regions. Indeed, the artificial recharge of aquifer from dams or the Mejerda Cape Bon canal by direct infiltration of surface water started in 1999 but never exceeded 1 Mm³/year [20] and the stabilization of the exploitation are the origins of this positive effect. As opposed to that, the migration of pumping to northward caused another critical depression in the Lebna and Chott Zouhour regions about 2 m below sea level from 2004 to 2008.

Obviously, the salinity distribution from several studies [21], [22], [23], [24] is correlated with the piezometric evolution. Indeed, the salinity was average 2 g/l in 1962 at Diar El Hojaj and reached 7 g/l in 1996 (Figure 3).

The Korba aquifer has undergone overexploitation since the 60's, leading to the reversal of hydraulic gradient and saline intrusion. The water quality of groundwater is often degraded by different processes: salt water intrusion, diffuse pollution, intensive agricultural activities in semi-arid or arid contexts and anthropic activities.

Multidisciplinary approaches have been used to study the sea water intrusion. The most recent studies combined geophysical and chemical tracers [1], [25], [26].

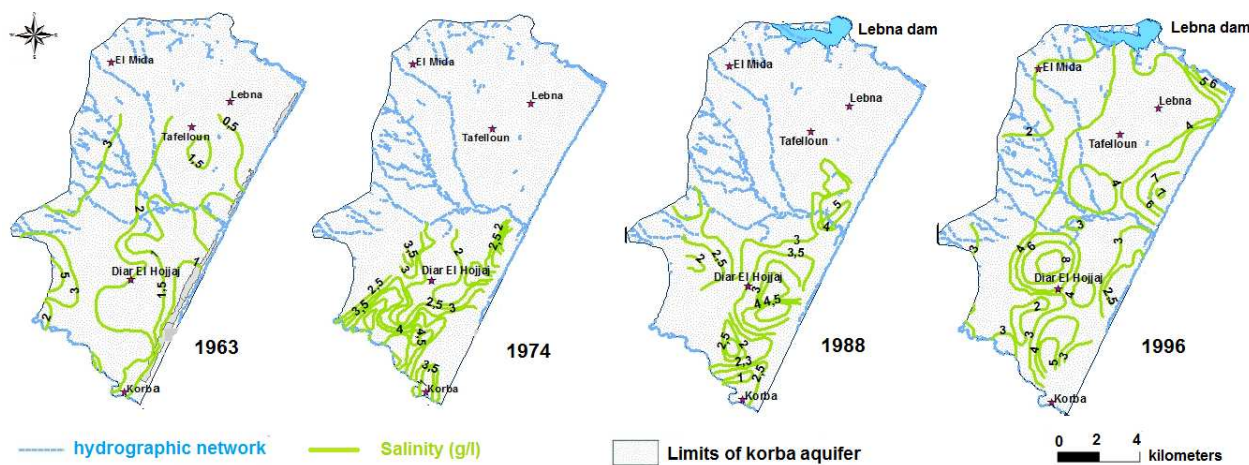


Fig. 3. Salinity evolution of the Korba aquifer: 1963 from Daniel and Chabot (1963); 1974 and 1988 from Ochi (1988); 1996 from Jemai (1998), (Chiba and Lebna dams built respectively in 1963 and 1986)

The authors quantified the invasion of seawater inland, reaching 1.5 km south of wadi Chiba and 5 km south of Diar El Hajje. According to the salinity maps, five salinity zones were identified, the less concentrated (2 to 4 g/L of salinity) lay in the Northern coastal aquifer but the most concentrated (22 g/L) was in the North of Korba. Salinity was more pronounced along the coast, resulting in a high number of abandoned shallow wells.

3.2 MANAGED AQUIFER USING THE ARTIFICIAL RECHARGE

Reuse of wastewater combined with artificial recharge offers alternate solutions in many countries in the frame of integrated water resources management to increase the sustainable yield of the aquifer. Indeed, if the aquifer is unconfined and surface soils are permeable, artificial recharge can be achieved via infiltration facilities on the surface. Percolation through the unsaturated zone can filter and disinfect wastewater and adsorb contaminants [27]. In 2008, Tunisian water management authorities (General Direction of Water Resources) has established integrated water resources planning based on a managed an artificial recharge site by treated wastewater in order to provide a hydraulic barrier against seawater intrusion.

The korba-El Mida artificial recharge site is located about 300 m north of the Korba treatment plant, distant to 1.5 Km from the coast and lies 15 m/NGT above sea level (Figure 4). Two infiltration basins on 3 functioned simultaneously and were fed by average 1500 m³/day. The treatment plant received both urban and industrial wastewaters coming from around 50 factories mainly of tomatoes or fish transformation, slaughterhouses, steel and tissue washing. The treatment process consists of pre-treatment, secondary then tertiary treatments performed with maturation ponds. This process allows the reduction of the organic content without artificial ventilation or mixing [28]. The treated wastewater is infiltrated through ponds and undergoes soil aquifer treatment to improve its quality.



Fig. 4. *Satellite image obtained from Google Earth showing the treatment plant and the recharge site, Picture during the filling of infiltration basins with TWW in recharge site and one of control piezometer*

3.3 MONITORING OF RECHARGE STRUCTURES

Basic water quality parameters such as specific conductance can be measured in the recharge basin and in water derived from the wells to estimate the percentage of artificially recharged water that is being recovered [29].

Since the start of recharge (December 2008), measurements in situ of pH, electrical conductivity, temperature and piezometer levels were measured with the team of the General Direction of Water Resources. Groundwater was sampled from 18 piezometric and 25 observation wells. The average sampling depth was 15 m.

The treated wastewater is characterized by a slightly alkaline Ph, conductivity varied between 5.2 and 9.8 mS/cm. A significant concentrations of Cl (33, 68 and 78 mmol/L, respectively) and Na (34, 70, 75 mmol/l, respectively) were measured during 3 years (2009, 2010, 2011) by Cary et al [30]. The wastewater had high concentrations of Ca (3.7–5.7 mmol/l), K (1–1.6 mmol/l), SO₄ (5.2–9 mmol/l). The major elements showed no notable differences with those determined by El Ayni in 2008 [28]. A yearly evolution can be expected depending on the different water uses and also on climatic variations

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 PIEZOMETRIC EVOLUTION OF KORBA-EL MIDA AQUIFER AFTER ARTIFICIAL RECHARGE

To study piezometric evolution of korba aquifer after the artificial recharge, piezometric maps generated by kriging interpolation method using GIS of piezometers and wells observations data were drawn during the rainy season. In fact, groundwater abstraction during the dry season represents an inconvenience to draw piezometric maps [31].

Fig. 5 displays the evolution of piezometric level in the Korba-El Mida aquifer from 2009 to 2012 at the rainy season. This map shows a multidirectional flow. A visual comparison shows three general piezometric behavior types:

(1) An increase in piezometric level was registered in the majority of piezometers located in the recharge site and wells near the site especially in NW site. The water level at the site registered in 2008 before the recharge was 2 m below sea attaint an average 2 m at the end of rainy season on 2012 that means 1m/year. The maximum of increase during these four years registered in 23 well was 0.6 m/year. The higher elevations of the aquifer around recharge site, the flow direction and how they diverge radially are explained by the recharge effect.

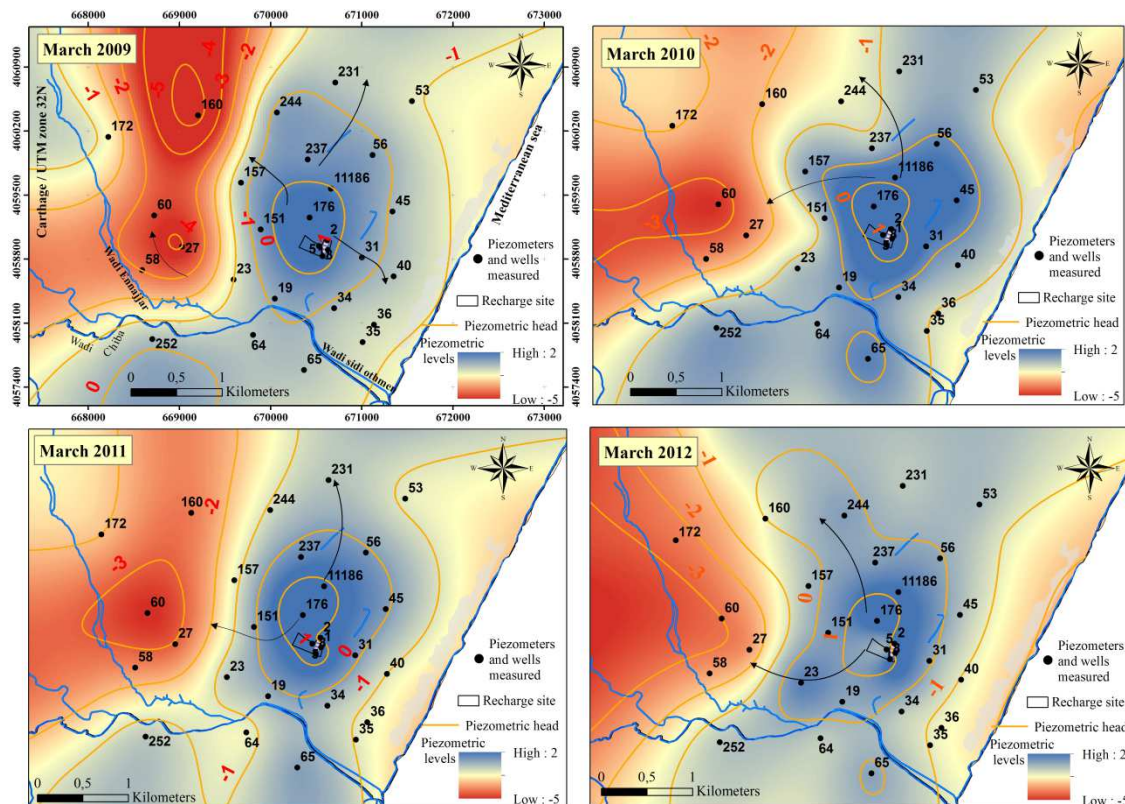


Fig. 5. Evolution of the piezometric level after artificial recharge in Korba-El Mida aquifer during rainy season (2009-2012)

(2) Piezometric level, continue to decrease in two zones. The first one, is in the northwest of the recharge site (after the zero contourline, Fig 5) revealed by translation of the piezometric depression with values which reached - 7 m in the northwest direction. It is due to excessive groundwater abstraction from wells. The second one is the band near the sea of extent 1 km parallel to the coastline, exactly how the piezometric level at 40 well passed from -0.3 m below sea in March 2009 to reach -1.15 m below sea in 2012. Although, during the survey effected, the owner of this one confirmed practically that he didn't use this well more than five years (not exceed 10 l/day). The piezometric decrease in this zone can be explained by the presence of geological barrier (Tyrrenian, Quaternary) that is in parallel to the coastline. It is formed by sandstone

(3) Near the recharge site and by its northwest, a stable piezometric level was showed in parallel to the coast during this period (2009-2012). The zero contourline were translated in the direction of the piezometric depression from the recharge site to the northwest and a decrease of hydraulic gradient was presented. All this argument pronounces the existence of an

hydraulic barrier that can resist against the intrusion of seawater and stop the marine intrusion subsequently. The interaction between aquifer and river is inexistent.

Table 1. Annual Rainfall and treated wastewater volume

	Rainfall (mm)	Treated wastewater (m ³)
2008/2009	460,6	235 717
2009/2010	349,9	374 774
2010/2011	420,2	367 462
2011/2012	508,5	330 858
2012/2013	484,6	314 575

4.2 GROUNDWATER QUALITY ON OF KORBA-EL MIDA AQUIFER AFTER ARTIFICIAL RECHARGE

Apparently, the salinity distribution in the Korba-El Mida aquifer after the artificial recharge is correlated with the piezometric head evolution. The pH measured is around 7.00, the majority of samples are alkaline. The high groundwater salinity observed before the recharge in the study area varies between 4 g/L and 12 g/l [24]. The salinity maps in highest groundwater levels during 2009-2012 showed a general decrease varying from 1 g/L to 3 g/L surrounding the recharge site except some areas, especially in the northwest.

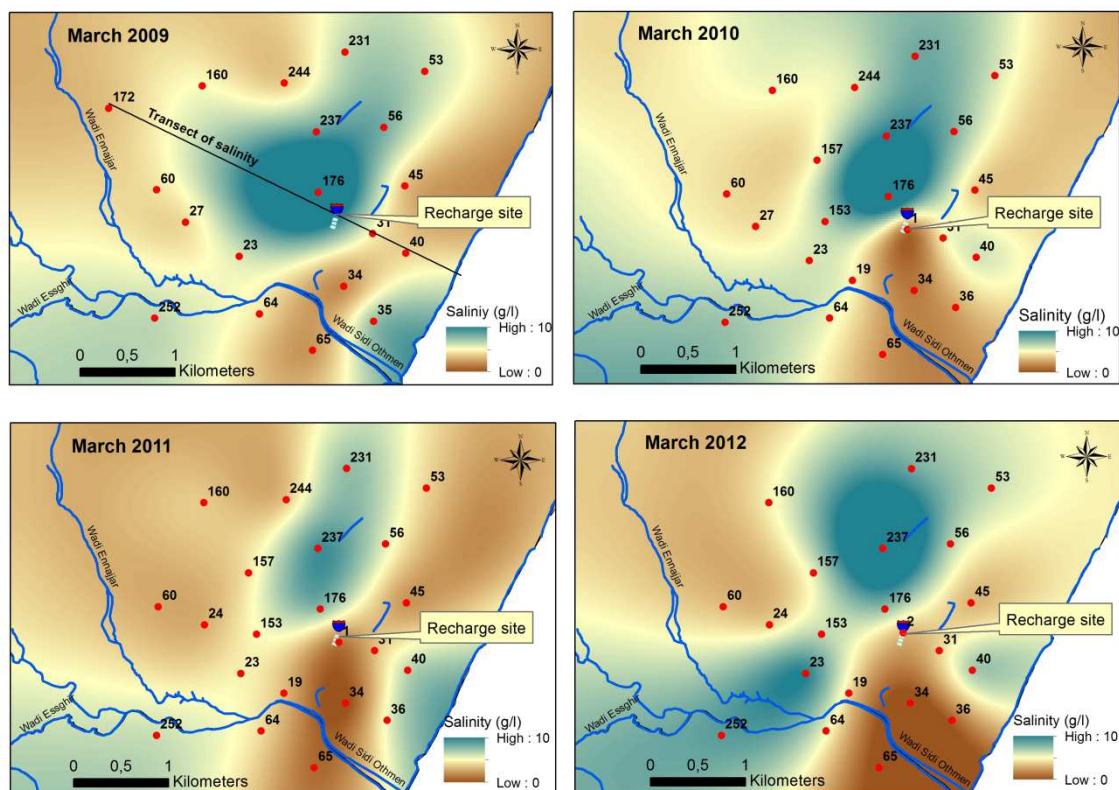


Fig. 6. Evolution of Salinity distribution after artificial recharge in Korba-El Mida aquifer during rainy season (2009-2012)

Opposed of the flow direction, the salinity values decreased from west to east direction. In March 2009, the high values of salinity were observed in the recharge site and on the wells in proximity to the northwest area. One year after, in March 2010 the contaminated area was smaller than the situation in March 2009 and starts to translate to the northwest direction. The salinity distribution maps in March 2011 and 2012 showed amelioration and stability again in a 1 km wide band in parallel to the coastline and through the recharge site. This confirmed the appearance of a hydraulic barrier concludes from piezometric maps.

In order to more clearly delineate this evolution, transect of 4 km perpendicular to the coastline and through the recharge site was traced to carry out the field measurements. These profiles confirmed the three behavior categories of salinity behavior:

(1) First zone: 1.5 Km from the recharge site to the Northwest direction which continues an insignificant increase in salinity between the situation before and after charging, mainly due to the irrigation water return from farms surround the recharge site. In fact, the farmers in this region do not have access to freshwater; they have no other choice than use this salty and polluted groundwater to irrigate their crops particularly in summer dry season when no rainfall occurs [28].

(2) Second zone: about 2 km-wide band via the recharge site and parallel to the coastline, high salinity show in piezometers in recharge site were passed during March 2009, March 2010, March 2011 and March 2012 respectively 11.2 g/l, 8.4 g/l, 6.7 g/l and 5.4 g/l explained essentially by the direct effect of recharge.

(3) Third zone: from the recharge site to the coastline direction, inversely to the situation in the second zone, groundwater qualities continue to deteriorate deduced by the continual increase of salinity due to marine intrusion. The majority of wells (80%) located in this band: 1 Km parallel of the sea, are abandoned the irrigation from wells during the last five years according to the investigation realized with farms on 2010. The groundwater uses in this region doesn't exceed 8 l/day, but the salinity of groundwater was continuing to increase.

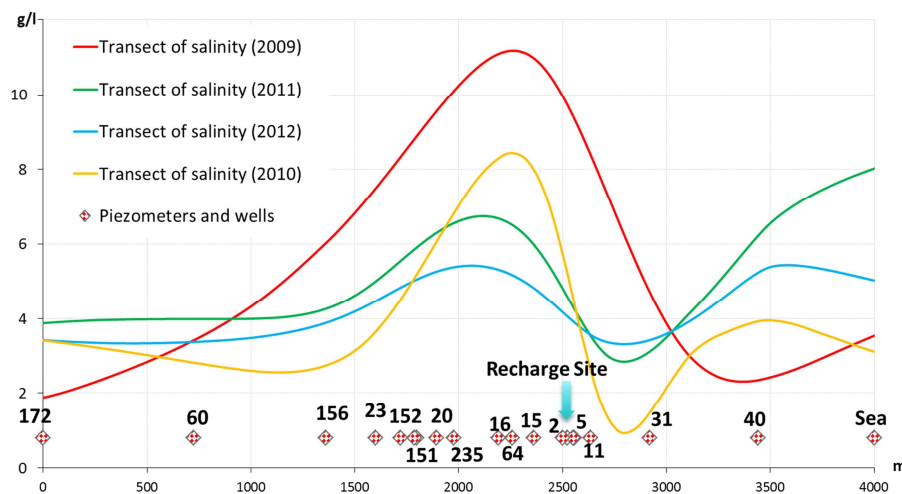


Fig. 7. Transect of salinity in Korba-El Mida aquifer during rainy season (2009-2012)

Further, recent works complete this study by adding additional approach: chemical tracers [32], Bornes isotopes [33] and confirmed these results. The mixing of treated wastewater was estimated at a maximum of 30 % with groundwater and seemed very local. According to fluxes directions, artificial recharge could clearly not influence some wells composition. The impact of artificial recharge seemed thus very limited in terms of quality: recharge waters were salted and poorly contribute to refresh the system [33]. Ultimately, the degradation of irrigated soils and crops diversity, currently limited by salt tolerance, will not improve. Moreover, B isotopes showed that artificial recharge seemed to influence some piezometers at vicinity but had low impact, if any, on close farmers' wells [30].

Based on the previous findings, an improvement of the treatment efficiency as well as the implementation of a regular monitoring approach of TWW before the recharge is crucial to avoid adverse health effects and to guarantee the safety of groundwater quality [34].

4.3 SUITABILITY OF ARTIFICIAL RECHARGE AT THE RECHARGE SITE

In September 2011, two data loggers were installed in the piezometer N°1 (distant 15 m of recharge basins) and N°6 (150 m of recharge basins) in the recharge site to record six instantaneous parameters such as water level and salinity.

The pump station was stopped due to a problem during 45 days from 16/11/2011 to 31/12/2011. During this period, the injection of wastewater in recharge basins was deactivated.

Piezometric fluctuations and salinity during this period are illustrated in figure 8. Water levels fluctuate between -16.1 m and -16.05 m before stopping the injection of treated wastewater. A remarkable decrease in piezometric level was recorded after 8 days in PZ1 and was registered about 0.15 m during 45 days.

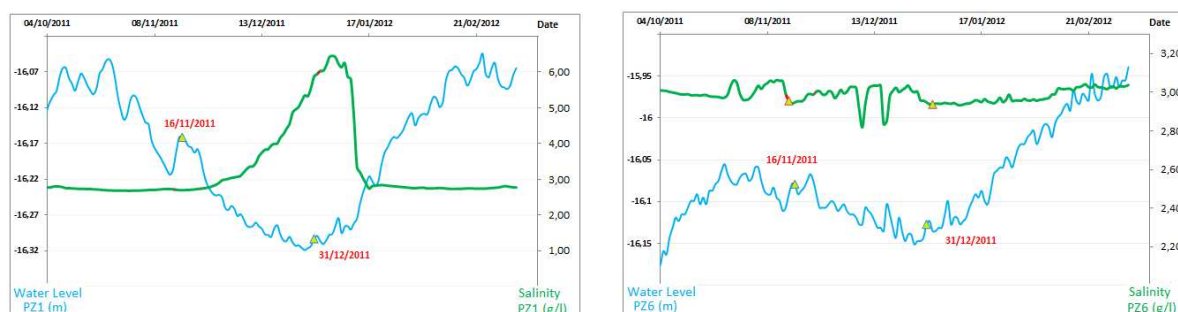


Fig. 8. Piezometric level and Salinity Evolution at PZ1 and PZ6

As compared to PZ1, changes were less important in PZ6, a little decrease in piezometric level of 0.05 m that means 1.1 mm/day was exposed. Water levels in PZ1 return to his normal level after activating the recharge but in PZ6 water level continue to increase. This piezometric increase showed in PZ 6 was mainly caused by the natural recharge with meteoric water. In this way, natural recharge has more importance than artificial recharge in PZ 6 (150 m to recharge basin), is opposed to PZ1 (near recharge basin) influenced directly by wastewater recharge of the aquifer. This means that, vertical recharge is more significant than lateral one.

Opposing to water level variation, the salinity started to increase since 26/11/2011, just after 10 days of the inactive injection of wastewater and was passed from 2.78 g/l to 6.42 g/l after 40 days in piezometer PZ1, whereas salinity fluctuation in PZ6 doesn't revealed a considerable variation.

5 CONCLUSION

The monitoring of water quality evolution of the Korba aquifer during 4 years of recharging operations using infiltration basins showed the effectiveness of the project. In fact, the piezometric study showed a notable increase of piezometric level and was exceeding 1 m in some area surrounding the recharge site, undoubtedly, due to the effect of recharge by wastewater. At the northwest of recharge site, existing depression before the recharge is spatially and temporally translated gradually to the northwest of the continent. Additionally, in terms of quality, salinity at the recharge site mostly decreases from 10 g/l in 2004 to 2-3 g/l in 2012 near recharge site. The site also played the role of a hydraulic barrier to mitigate the problem of marine intrusion and to limit its geographical expansion. But, this impact is limited and less pronounced beyond the site due to the relatively low volume of recharge or the heavy exploitation.

Aquifer recharge is still at the experimental stage, and results are encouraging. But, the system is highly vulnerable by the different process such as the excessive abstraction from wells in the northwest of recharge site and the seawater intrusion in the southwest. A better knowledge of the aquifer hydrogeology and hydrodynamics, coupled to a detailed geological-hydrogeological model is in progress to better foresee this qualitative and quantitative evolution.

ACKNOWLEDGMENT

The authors gratefully acknowledge the contribution of the staff members of General Direction of Water Resources at the Ministry of Agriculture, Water and Fisheries Resources in Tunisia, for their help during field.

REFERENCES

- [1] L. Kouzana, R. Benassi, A. B. Ben Mammou, et F. M. Sfar, « Geophysical and hydrochemical study of the seawater intrusion in Mediterranean semi arid zones. Case of the Korba coastal aquifer (Cap-Bon, Tunisia) », *Journal of African Earth Sciences*, 2010.
- [2] E. Custodio, « Seawater intrusion in the Llobregat delta, near Barcelona (Spain). Groundwater problems in coastal areas. Studies and reports in hydrology, No 45 UNESCO, 436-463 », 1987.
- [3] X. Bosch et E. Custodio, « Dissolution processes in the freshwater-saltwater mixing zone in the Cala Jostel area (Tarragona). Proc. of the XII Salt Water Intrusion Meeting, Barcelona, CIMNE-UPC edn, 229-244. » 1993.
- [4] El Baruni, « Deterioration of quality of groundwater from Suani wellfield, Tripoli, Libya », *Hydrogeology Journal*, p. 3(2), 58-64, 1995.
- [5] L. Tulipano, « Overexploitation consequences and management criteria in coastal karstic aquifers. Conf. TIAC'03, Alicante, Spain. », 2003.
- [6] M. Ennabli, « Etude hydrogéologique des aquifères Nord Est de la Tunisie par une gestion intégrée des ressources en eau », Thèse de doctorat, Université de Nice, 1980.
- [7] C. Paniconi, I. Khlaifi, G. Lecca, A. Giacomelli, et J. Tarhouni, « Modeling and analysis of seawater intrusion in the coastal aquifer of eastern Cap-Bon, Tunisia. », *Transp. Porous Media*, p. 43, 3-28., 2001.
- [8] J. Kerrou, P. Renard, et J. Tarhouni, « Status of the Korba groundwater resources (Tunisia): observations and three-dimensional modelling of seawater intrusion », 2010.
- [9] A. Zghibi, L. Zouhri, et J. Tarhouni, « Groundwater modelling and marine intrusion in the semi-arid systems (Cap-Bon, Tunisia) », *Hydrol. Process*, p. 25, 1822-1836, 2011.
- [10] L. Kouzana, A. Ben Mammou, et F. M. Sfar, « Seawater intrusion and associated processes: case of the Korba aquifer (Cap-Bon, Tunisia) », *Comptes Rendus Geoscience*, p. 341, 21-35, 2009.
- [11] M. Rekaya et B. A. Plata, « The Tunisian experience in ground water artificial recharge by treated wastewater », in *The Engineers and the Los Angeles Section of ASCE held at Anaheim, California*, 1988.
- [12] INM, « Institut National de la Météorologie ; Tableaux climatiques mensuels. Archive INM pour la période de 1985-2010 ; Station Nabeul. », 2010.
- [13] H. Ben Salem, « Evolution de la Péninsule du Cap Bon (Tunisie nord-orientale) au cours du Néogène. Notes Serv Géol Tunisie 61:73-84 », 1995.
- [14] A. Chakroun, D. Zaghib-Turki, A. Moigne, et H. De Lumley, « Découverte d'une faune de mammifère du Pléistocène supérieur dans la grotte d'El Geffel (Cap-Bon, Tunisie), C. R. Palevol 4 : 317-325. », 2005.
- [15] A. Ozer, R. Pskoff, P. Sanlaville, et A. Ulzega, « Essai de corrélation du Pléistocène supérieur de la Sardaigne et de la Tunisie », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, p. 291, 801-804., 1980.
- [16] A. Ousleti, « Les côtes de la Tunisie. Recherche sur leur évolution au Quaternaire. Imprimerie officielle de la République Tunisienne, Tunis, Tunisia. », 1994.
- [17] H. Bensalem, « Les formations post Saouaf des environs de Nabeul (Cap-Bon) et leur équivalents off shore et en Tunisie sud atlasique. Notes Serv Géol Tunisie 64:123-128 », 1998.
- [18] C. R. au D. A. CRDA, « Etude de la gestion intégrée des ressources hydrauliques du Cap Bon, Volume 3 : Hydrogéologie., Ministry of Agriculture and Hydraulic Resources, Tunis, Tunisia. », 2008.
- [19] F. El Ayni, S. Cherif, A. Jrad, et M. Trabelsi-Ayadi, « Impact of agriculture activities on a coastal aquifer in Tunisia and options for a better water management », *Water Int* 37, p. 7, 871-883, 2012.
- [20] CRDA Nabeul, « Rapport d'activités [Activity report of the Commissariat Régional au Développement Agricole de Nabeul] », Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunis, Tunisia, 2002.
- [21] J. Daniel et M. Chabot, « Aménagement de l'oued chiba. Régularisation des apports par les ressources souterraines. Etude hydrogéologique de la région de Korba. Rapport IRH 112. SCET. Tunisie. », 1963.
- [22] J. Ochi, « Effet de l'exploitation intensive d'une nappe côtière sur l'intrusion du biseau salé : cas de la nappe de Korba. Mémoire de fin de cycle de spécialisation. Faculté des sciences Tunis. », 1988.
- [23] S. Jemai, « Evolution de l'état de la nappe de Korba : étude hydrogéologique et modélisation numérique. Mémoire de fin de cycle de spécialisation. INAT. », 1998.
- [24] BURGEAP et CRDA Nabeul, « Projet de recharge des nappes de Cap Bon à partir les eaux usées et traitées. Etude d'avant projet sommaire sur le site de Korba. », DGRE, 2004.
- [25] F. Slama, « Field experimentation and modelling of salts transfer in Korba coastal plain: Impact of seawater intrusion and irrigation practices. », PhD thesis, University of Neuchatel, centre of Hydrogeology and national engineering school of tunis, 2010.

- [26] M. Ben Hamouda, J. Tarhouni, C. Leduc, et K. Zouari, « Understanding the origin of salinization of the Plio-quaternary eastern coastal aquifer of Cap Bon (Tunisia) using geochemical and isotope investigations. *Environ. Earth Sci.* 63, 889–901. », 2011.
- [27] N. Anisha, L. Pawan, J. Priyanka, et R. Manish, « Public consultation on artificial aquifer recharge using treated municipal wastewater », 2013.
- [28] F. El Ayni, S. Cherif, A. Jrad, et M. Trabelsi-Ayadi, « Impact of treated wastewater reuse on agriculture and aquifer recharge in a coastal area: Korba case study », *Water Resour Manage*, p. 25, 2251- 2265, 2011.
- [29] EWRI/ASCE 34-01, *Standard Guidelines for Artificial Recharge of GroundWater*. 2001.
- [30] L. Cary, J. Casanova, A. Mekni, N. Gaaloul, et C. Guerrot, « Effet d'une recharge artificielle par des eaux usées traitées sur la qualité des eaux de la nappe côtière de Korba, Cap-Bon, Tunisie », in *Dix-huitièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues*, Cassis, 2012.
- [31] A. Mekni, L. Cary, A. Souissi, et N. Gaaloul, « Evolution spatio-temporelle de la nappe phréatique de Korba-El Mida, Cap-Bon (Tunisie) et impact de sa recharge artificielle par les eaux usées traitées », in *Dix-huitièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues*, Cassis, France, 2012.
- [32] F. El Ayni, S. Cherif, E. Manoli, D. Assimacopoulos, A. Jrad, et M. Trabelsi-Ayadi, « IMPACT OF AGRICULTURE ON A TUNISIAN COASTAL AQUIFER AND POSSIBLE APPROACHES FOR A BETTER WATER MANAGEMENT », 2012.
- [33] L. Cary, J. Casanova, N. Gaaloul, et C. Guerrot, « Combining boron isotopes and carbamazepine to trace sewage in salinized groundwater: A case study in Cap Bon, Tunisia », *Applied Geochemistry*, p. 34, 126- 139, 2013.
- [34] E. Selma, Atsuchi Kawachi, et Jamila Tarhouni, Hiroko Isoda, « WATER QUALITY ASSESMENT IN A CONTEXT OF AQUIFER RECHARGE: A CASE STUDY IN TUNISIA », 2012.

Facteurs de risque environnementaux de la persistance du paludisme dans la banlieue de Dakar (Guédiawaye – Pikine)

[Environmental risk factors for the persistence of malaria in the suburbs of Dakar (Guédiawaye - Pikine)]

Cissé Birane¹⁻⁶, Diène Aminata Niang¹, Ndiaye Jean Louis², Dione Jaques André¹⁻³, Bryant Christopher⁵, Jacques Quensièrè⁶, Kane Alioune¹⁻⁶, and Faye Ousmane¹⁻⁴

¹Graduate School Water Quality and Uses of Water, University Cheikh Anta Diop, Senegal

²Faculty of Medicine, Pharmacy and Dentistry, Parasitology Department, University Cheikh Anta Diop, Senegal

³Ecological Monitoring Center, Senegal

⁴Faculty of Technical Science, Department of Animal Biology, University Cheikh Anta Diop, Senegal

⁵University of Montreal Canada, Department of Geography, Canada

⁶IRD, UMI Résilience, Senegal

Copyright © 2016 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: Malaria is a disease that is related to the environment. However, in the search for solutions sanitary measures often take precedence over environmental ones. As a result, the environmental determinants are not adequately taken into account in the approach to fight the disease. This often leads to the ineffectiveness of efforts to tackle malaria. Environmental determinants such as climate are recognized as fundamental factors in issues related to morbidity. In the context of climate variability, the consideration of environmental determinants is particularly important since this could increase the risk of developing malaria vectors.

Changing climatic parameters were tracked from 1947 to 2011 using satellite images for Guédiawaye and Pikine. In addition, the spatial structure of malaria cases in the various municipalities in the study area was undertaken using unsupervised classification of Landsat ETM + images.

Statistical analyses were used to determine the dynamics of climate parameters in relation to malaria (rain, temperature and relative humidity). Digital mapping facilitated the identification of areas at risk of transmission and the development of vectors. These various analyses helped highlight the importance of environmental determinants in the persistence of malaria and Guédiawaye and Pikine.

KEYWORDS: Environment, risk factors, persistence, malaria, suburbs of Dakar.

RESUME: Le paludisme est une maladie tributaire de l'environnement. Toutefois, dans la recherche de solutions les mesures sanitaires prennent souvent le dessus sur celles environnementales. De ce fait, les déterminants environnementaux sont peu pris en compte dans l'approche de lutte contre la maladie. Cette situation conduit souvent à l'inefficacité des mesures prises pour faire face au paludisme. Les déterminants environnementaux tels que ceux climatiques sont reconnus comme des facteurs fondamentaux des questions de morbidité. Dans un contexte de variabilité climatique, la prise en compte des

déterminants environnementaux est d'autant plus important que ce phénomène puisse accroître les risques de développement des vecteurs du paludisme.

Un suivi de l'évolution des paramètres climatiques de 1947 à 2011 et une exploitation d'image satellitaire ont été réalisés à Guédiawaye et à Pikine. Aussi une spatialisation de cas de paludisme a été entreprise au niveau des différentes communes de la zone d'étude ainsi qu'une classification non supervisée d'une image Landsat ETM+.

Les traitements statistiques ont permis de déterminer les dynamiques des paramètres climatiques en relation avec le paludisme (pluie, température et humidité relative). Les traitements de cartographie numérique ont facilité l'identification des zones à risque de transmission et de développement des vecteurs. Ces différents traitements ont permis de mettre en évidence l'importance des déterminants environnementaux dans la persistance du paludisme à Guédiawaye et à Pikine.

MOTS-CLEFS: Environnement, facteurs de risque, persistance, paludisme, banlieue de Dakar.

1 INTRODUCTION

Le paludisme est la maladie qui enregistre le plus de décès au monde avec environ plus d'un million de morts (Guilbaud, 2008). Ce triste constat lui a valu de nombreuses actions orientées vers son éradication.

L'ONU, dans sa définition des objectifs du millénaire pour le développement où la santé se trouve au centre des préoccupations, consacre l'objectif six à la lutte contre le paludisme. Afin de faire face aux ravages de cette maladie, ledit objectif vise la réduction de la prévalence du paludisme d'ici 2015 avec de nouvelles politiques et directives de lutte. Le fardeau du paludisme sur le continent africain a favorisé la prise de conscience des chefs d'Etat qui se sont réunis à Abuja en 2000 pour la définition de mesures appropriées et durables contre ce fléau. Les conclusions de cette rencontre ont abouti aux engagements relatifs à l'accès des populations aux traitements et moyens de protection (OAU, 2001). En dépit des efforts soutenus consentis par les différents acteurs de la lutte contre le paludisme, la maladie continue de faire des victimes (Gachot et al, 2004).

Au Sénégal, le paludisme est un problème de santé publique très préoccupant. Première cause de morbidité et de mortalité dans les structures de soins, le paludisme est à l'origine d'un nombre important de décès d'enfants et de femmes enceintes. Il constitue près de 50% des demandes de services au niveau national (PNLP, 2008). Cet état de fait a favorisé la mise en œuvre de politiques et de directives pour l'éradication de cette pathologie. En 1995, l'Etat du Sénégal élabore le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) dont la mission est de mettre en œuvre la politique de lutte contre le paludisme. Les activités de cette structure sont orientées sur une lutte sanitaire et une lutte préventive. Ceci a permis d'enregistrer des avancées notoires dans la lutte contre le paludisme. Ces actions se traduisent par une baisse de la parasitémie qui est passée de 5,7 % de prévalence à l'échelle nationale en 2009 à 3 % (Gaye, 2012).

Ces résultats cachent toutefois des inégalités dans chaque région malgré des taux satisfaisants et encourageants dans l'ensemble du pays. Toutefois, il existe des zones où la maladie continue de faire de nombreuses victimes à l'instar de la banlieue de Dakar. Ce constat malheureux peut être dû à plusieurs facteurs dont les conditions environnementales particulières qui ont prévalu ces dernières années comme les inondations. L'objectif de cet article est d'identifier le rôle des déterminants environnementaux dans la persistance du paludisme au niveau de la banlieue de Dakar.

2 LE SITE D'ÉTUDE

Les villes de Guédiawaye et Pikine sont des départements de la région de Dakar qui sont les plus concernés par la zone des Niayes. La zone se situe sur la côte Atlantique entre 14°40 de latitude nord et 17°20 de longitude ouest, occupant la partie centrale de la presqu'île du Cap Vert (figure n°1).

Elles sont nées de l'aménagement des terres de la banlieue pour accueillir les populations déguerpies de Dakar, mais très vite le rythme d'occupation de cet espace s'est accéléré sous l'effet conjugué des problèmes d'ordre économique et climatique entraînant un débordement de l'espace urbanisé vers des terres impropres à l'occupation. La sécheresse des années 1970, la libéralisation et l'ouverture du marché intérieur dans le cadre des politiques d'ajustement structurel vont considérablement affaiblir les producteurs qui ne peuvent plus faire face à la concurrence internationale. Ainsi, le seul recours pour ces couches sociales fut l'exode vers la capitale Dakar pour trouver des conditions de vie meilleures.

L'étroitesse du site et la rareté de terrains disponibles justifient l'orientation et l'occupation progressive des zones marécageuses par les populations, rendant précaires leurs conditions de vie. Il en résulte de nombreux problèmes de gestion de ces villes surtout ceux relatifs au cadre de vie et à la santé des populations.

L'environnement de ce milieu est marqué par la présence de zones humides urbaines qui constituent souvent l'unique niche pour le développement des larves d'anophèles. Occupée durant les périodes de sécheresse, ces zones inondées ont été prises d'assaut par des populations urbaines en manque d'espace (UNICEF, 2007). L'amélioration de la pluviométrie au début des années 2000 a permis le rechargement de la nappe phréatique, des céanes et des cuvettes, mais surtout l'accentuation des phénomènes d'inondation (dus à la mauvaise qualité des sites d'habitation) dans de nombreux centres urbains. La multiplication des surfaces d'eau stagnantes a contribué à la multiplication des gîtes de moustiques rendant les populations vulnérables au paludisme (Salem, 1998).

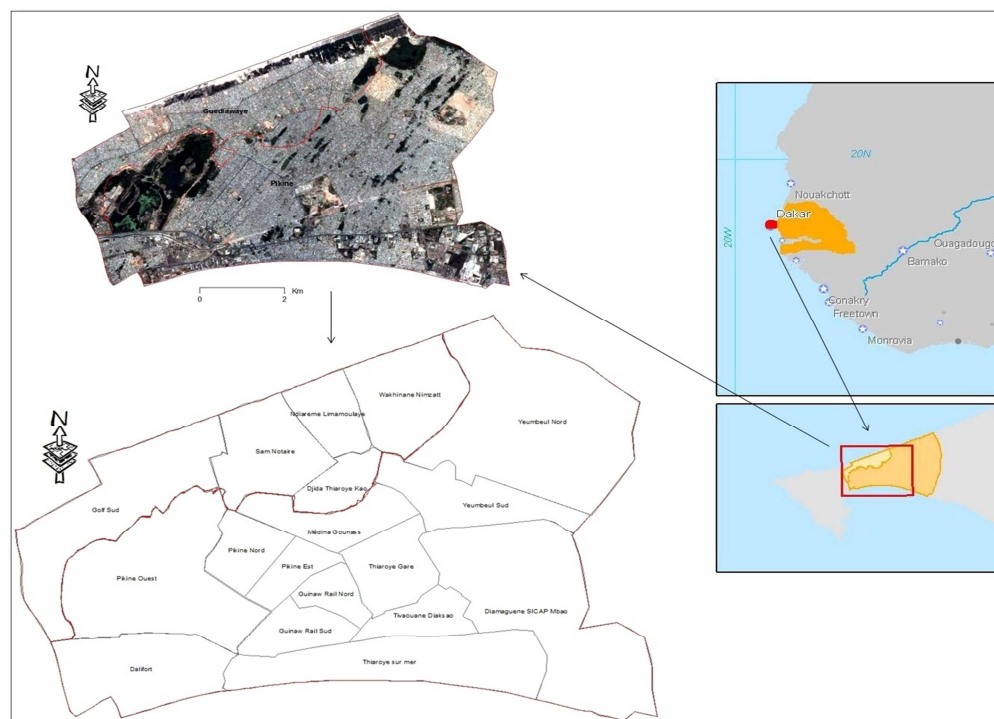


Fig. 1. Site d'étude de part ses communes et son occupation

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

La méthodologie mise en œuvre s'articule essentiellement autour de la collecte et du traitement de données biomédicales et environnementales. Dans un premier temps, des traitements d'images satellitaires ont été effectués à partir de calcul d'indices et de compositions colorées mettant en évidence les dynamiques spatiales et des gîtes potentiels de vecteur. Ensuite, une détermination de l'évolution des paramètres climatiques (pluie, température et humidité relative) de 1947 à 2011 à partir de calcul des moyennes annuelles, des écarts à la moyenne pour l'analyse de la dynamique des gîtes et des peuplements de vecteur du paludisme. Enfin, une hiérarchisation des facteurs de risque par la détermination de leur impact dans le développement de la maladie a été réalisée afin d'identifier les déterminants de la persistance du paludisme.

3.1 COLLECTE DES DONNÉES BIOMÉDICALES

Elles mettent en évidence les informations de morbidité et entomologiques au niveau de Guédiawaye et Pikine.

3.1.1 LES DONNÉES D'ACCÈS PALUSTRES

Elles ont été collectées en 2011 au niveau des sites de Bagdad (District de Pikine) et Guédiawaye (District de Guédiawaye). La population de l'étude était constituée d'individus de plus de six mois ayant un état fébrile présentant une infestation par *P. falciparum* non compliquée confirmée. Elle provenait des différents quartiers de Guédiawaye et Pikine, avec de fortes représentations des quartiers riverains des structures pilotes (Déggo et Roi Baudouin). Les registres de suivi des malades renfermaient les informations suivantes : l'adresse des patients, le sexe, l'âge, le poids, le diagnostic, la

parasitémie, entre autres. Cette base de données a été notre source d'informations sanitaires. Elle a été exploitée au courant de l'année 2011 au sein des structures de santé pilotes. Son exploitation fut essentielle pour une géographie du paludisme, car permettant d'établir des statistiques dans le temps et dans l'espace.

LA SÉLECTION DES PATIENTS

Le paludisme est une parasitose transmise par la piqûre d'anophèles. Son agent pathogène est le *Plasmodium falciparum* qui est une des espèces de *Plasmodium* responsable de la transmission de la maladie chez les êtres humains (Liu et al, 2010). Découvert par Laveran en 1880, il est considéré comme le plus dangereux des parasites causant le paludisme, car entraînant le taux de mortalité le plus élevé (Gueirard, 2010). En dehors des symptômes classiques du paludisme (fièvre, maux de tête ...), la présence du plasmodium dans le sang est la seule certitude de contamination. Pour la détection du parasite chez l'homme, différentes techniques sont utilisées, il s'agit entre autres de la goutte épaisse et des tests de diagnostic rapide. Dans le cadre de cette étude, les données de goutte épaisse ont été utilisées pour la détermination de la géographie du paludisme.

L'EXPLOITATION DES REGISTRES DE SUIVI DES PATIENTS

Les données de goutte épaisse ont été utilisées, car permettant de confirmer la présence du parasite responsable de la pathologie (morbidité diagnostiquée). Elles permettent aussi de mesurer la quantité de parasite présente dans le sang des patients (parasitémie). Ces variables biomédicales ont servi à calculer et à spatialiser l'incidence du paludisme dans les quartiers de Guédiawaye et Pikine. Elles nous ont permis de distinguer les populations exposées aux piqûres de moustique, les disparités spatiales de l'exposition et les zones à risque palustres. La combinaison de ces deux données permet de déterminer la répartition spatiale du paludisme au niveau des quartiers de Guédiawaye et Pikine. Dans notre cas, la morbidité et la parasitémie qui varient selon les formes d'exposition des populations aux vecteurs, constituent des indicateurs pertinents pour la transcription spatiale du paludisme dans la zone d'étude.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous sommes intéressés aux patients de plus de six (6) mois atteints de paludisme avec une confirmation de leur diagnostic. Nous avons enregistré tous les cas de paludisme confirmés par goutte épaisse déclarés au niveau des structures pilotes des deux départements (Guédiawaye et Pikine). Pour chaque cas recensé, nous avons enregistré le sexe, l'âge, la parasitémie, l'adresse exacte du patient, la commune d'arrondissement et le quartier de résidence. Après le recensement des cas, nous les avons géoréférencé au niveau des localités d'origine (communes et quartiers) afin d'établir la géographie du paludisme et les principaux quartiers à risques à Guédiawaye et Pikine.

3.1.2 LES DONNÉES ENTOMOLOGIQUES

La détermination de la géographie du paludisme à Guédiawaye et Pikine a nécessité aussi une exploitation de données entomologiques. Elles constituent une source d'information non négligeable dans l'étude du paludisme, car mettant en évidence les vecteurs de la maladie, la dynamique des peuplements de vecteur et des gîtes. Ces informations permettent de rendre compte de l'exposition des populations à la transmission du paludisme, essentielles dans l'étude de la géographie du paludisme. Elles sont constituées de deux types de données : celles de captures de moustiques issues d'une étude dans la région de Dakar « **Conditions of malaria transmission in Dakar from 2007 to 2010** ». Ce projet était mené par une équipe de l'IRD et couvrait la région de Dakar. Les départements de Guédiawaye et de Pikine, objets de la présente étude, faisaient partie de l'étude et six (6) sites qui ont été sélectionnés dans la banlieue de Dakar.

LES DONNÉES DE CAPTURE DE MOUSTIQUES

Dans la banlieue de Dakar, six sites d'étude ont été sélectionnés : quatre (04) dans le département de Pikine (Pikine Ouest, Pikine Est, Thiaroye Maire et Touba Thiaroye) et deux (02) à Guédiawaye (Roi Baudouin et Doro Aw). Ils ont été pris comme site atelier après sélection sur l'ensemble des zones humides de la zone d'étude (figure n°1).

La banlieue de Dakar avec sa forte polarisation de zones humides, qui sont des reliques de la Niayes, constitue un site privilégié pour la reproduction des moustiques. Ces milieux humides se répartissent sur l'ensemble de la banlieue, couvrant une bonne partie de l'espace des communes de Guédiawaye et de Pikine. Le choix des points de capture de l'étude s'est fait afin de couvrir autant d'environnements aussi divers que possible en termes de type d'urbanisation, de végétation, de niveau socio-économique entre autres. Les sites ont été délimités sur le terrain par des carrés de 200m de côté, afin de couvrir une superficie d'environ 200 x 200m, en fonction des contraintes techniques et logistiques présentées par le paysage. Les zones

étudiées sont présentées et répertoriées dans la figure 1, chaque point étant le centre de la zone (Gadiaga, 2011). En fonction de ces critères, les sites suivants ont été sélectionnés :

- Site n°7 (Pikine Ouest) qui est constitué de quartiers planifiés tels que les cités Lobât Fall, Gazelle, Police, entre autres. Ces quartiers sont localisés près de la grande Niayes de Pikine, ce qui fait de ce dernier le principal pourvoyeur de moustique dans les habitations. Ce site n'est pas très concerné par les problèmes d'inondation du fait de leur couverture en équipement d'assainissement.
- Site n°26 (Pikine Est) est au centre de la ville de Pikine, se situant au niveau de la première expansion de la ville. Ce site est composé de quartiers planifiés avec une bonne couverture en équipements. Cette partie de Pikine est épargnée aussi par les inondations, car étant sur la dune. Ce site n'est pas proche des Niayes et pendant la saison des pluies on y retrouve pas de plans d'eau pouvant accueillir des moustiques.
- Site n°43 (Thiaroye Mairie) se localise dans les anciennes zones occupées de la ville de Pikine. Ce site est implanté dans la Niaye de Thiaroye qui est un espace de maraîchage, dont les eaux des céanes sont utilisées pour l'arrosage des plantes. Ce sont ces céanes qui sont les sites de prédilection des moustiques pour leur reproduction.
- Site n°44 (Touba Thiaroye) est en pleine zone inondable, dans les quartiers irréguliers de Pikine qui n'ont pas une bonne couverture d'équipements d'assainissement. Les maisons des quartiers de cette zone sont abandonnées pendant la saison des pluies, parce qu'envahies par les eaux de pluie favorisant la mise en place de gîtes de reproduction des moustiques.
- Site n°33 (Doro Aw) est dans la ville de Guédiawaye et est localisé dans sa partie dunaire. Le site est dépourvu d'équipements d'assainissement, mais avec le sable dunaire il est hors des sites inondés de la ville et on n'y retrouve pas de gîtes de moustiques.
- Site n°15 (Roi Baudouin) est en zone planifiée de Guédiawaye dans la commune de Sam Ntaria. Il est en zone sableuse et est couvert par un réseau d'assainissement, ce qui lui permet de faire face aux inondations. Toutefois, le site se trouve en face de la commune de Médina Gounass qui était un ancien marécage, très touchée par les inondations depuis quelques années. Ce qui a permis aux cuvettes d'être inondées et de devenir de véritables gîtes de moustiques.

La collecte de données a débuté en septembre 2007 et s'est terminée en juillet 2010, couvrant ainsi une période de trois ans. Les sites ont été visités durant les deux saisons de l'année à savoir la saison sèche et celle des pluies, afin d'avoir une idée sur la dynamique de reproduction des moustiques. L'exploitation de la base de données nous a permis d'apprécier la concentration de vecteurs du paludisme au niveau des six quartiers de capture.

3.2 LES DONNÉES CLIMATIQUES

Les données du climat utilisées dans ce travail sont celles qui sont directement liées au paludisme : pluie, température et humidité relative. La pluie permet la mise en place de milieux de prolifération des vecteurs. Dans leur cycle de vie, les vecteurs passent trois étapes dans l'eau et la pluie est le principal facteur de mise en place des milieux de reproduction. La température quant à elle, intervient dans le cycle sporogonique en réduisant ou en rallongeant la durée. Le dernier paramètre climatique qu'est l'humidité, favorise la longévité des moustiques adultes. Ces données climatiques ont été collectées au niveau de l'ANAMS et couvrent la période allant de 1947 à 2011. Ces paramètres ont été utilisés afin de décrire la dynamique climatique qui a concouru à la redynamisation de la Niaye, ainsi qu'à la mise en place de milieux de reproduction des vecteurs et à un accroissement des peuplements de vecteurs du paludisme. Pour chaque paramètre, nous avons déterminé la moyenne annuelle, les écarts à la moyenne ainsi que les phases de rupture. Les variables utilisées nous ont permis d'identifier les périodes de changement de régime dans la dynamique des paramètres climatiques ayant concouru à la persistance du paludisme.

3.3 TRAITEMENTS

3.3.1 LES DONNÉES DE TÉLÉDÉTECTION

En ce qui concerne les données de Télédétection, une image Landsat a été utilisée dans le cadre de cette étude. Il s'agit d'une image du satellite Landsat 7 ETM + recueillie après le 31 mai 2003. Cette scène fait partie des données Landsat ayant bénéficié des corrections radiométriques et géométriques. Ces traitements ont donné aux images Landsat 7 une qualité

visuelle satisfaisante, mettant en évidence certains aspects spatiaux. Les traitements de télédétection ont été réalisés grâce au logiciel ENVI Version 4.1.

Le premier traitement a consisté à réaliser une composition colorée à partir de l'image Landsat. Elle a combiné les bandes (n°4 Infrarouge, n°3 Rouge et n°2 Verte) et apporté une information sur les unités de l'occupation du sol dans la zone d'étude. Le résultat de la composition colorée a servi de donnée d'entrée pour le second traitement de télédétection. Pour ce dernier, une classification non supervisée de la composition colorée Image Landsat 7 ETM+ (K means, 10 classes, seuil 5%) a été réalisée afin d'identifier les zones humides propices à la mise en place de gîtes de moustiques au niveau du site d'étude.

3.3.2 LES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES

Les cas positifs de paludisme sont sélectionnés et les informations relatives à leur localisation sur le terrain sont prises (commune, quartier, adresse domicile et numéro de téléphone). Les sites de capture de moustiques ont été localisés aussi sur le terrain par GPS et les prises enregistrées pour chaque localité. Ces informations nous ont permis de constituer une base de données SIG exploitée dans le logiciel ArcGis afin de spatialiser les cas de paludisme.

Les données biomédicales ont été ensuite superposées à celles relatives à zones potentielles de développement des vecteurs afin de déterminer les zones vulnérables au paludisme à Guédiawaye et Pikine.

4 RÉSULTATS

4.1 DES CAS DE PALUDISME QUI MASQUENT DE FORTES DISPARITÉS

Les données collectées mettent en évidence des patients résidant au niveau des deux départements de la zone d'étude. Elles proviennent de trois structures de soins localisées chacune dans un département du site (Roi Baudouin, Dominique et Bagdad). L'analyse de la spatialisation des données biomédicales nous ont éclairés sur la situation du paludisme dans la zone d'étude (figure 2). Ils montrent une incidence des cas de la maladie au niveau des localités en proie aux inondations et celles limitrophes aux zones humides. La transmission du paludisme peut être matérialisée comme un système avec trois éléments (gîte-vecteur-hôte). L'absence de l'un de ces éléments du système entraîne la rupture du cycle de transmission. Le contact vecteur-hôte constitue la phase terminale de la transmission de la maladie et cette relation dépend de la présence de vecteurs infectés par le parasite palustre. C'est ce contact qui permet le transfert du parasite du vecteur vers l'homme pour que la maladie puisse se déclarer. De ce fait, les chances de transmission de la maladie sont plus probables au niveau des localités qui jouxtent les gîtes à vecteurs.

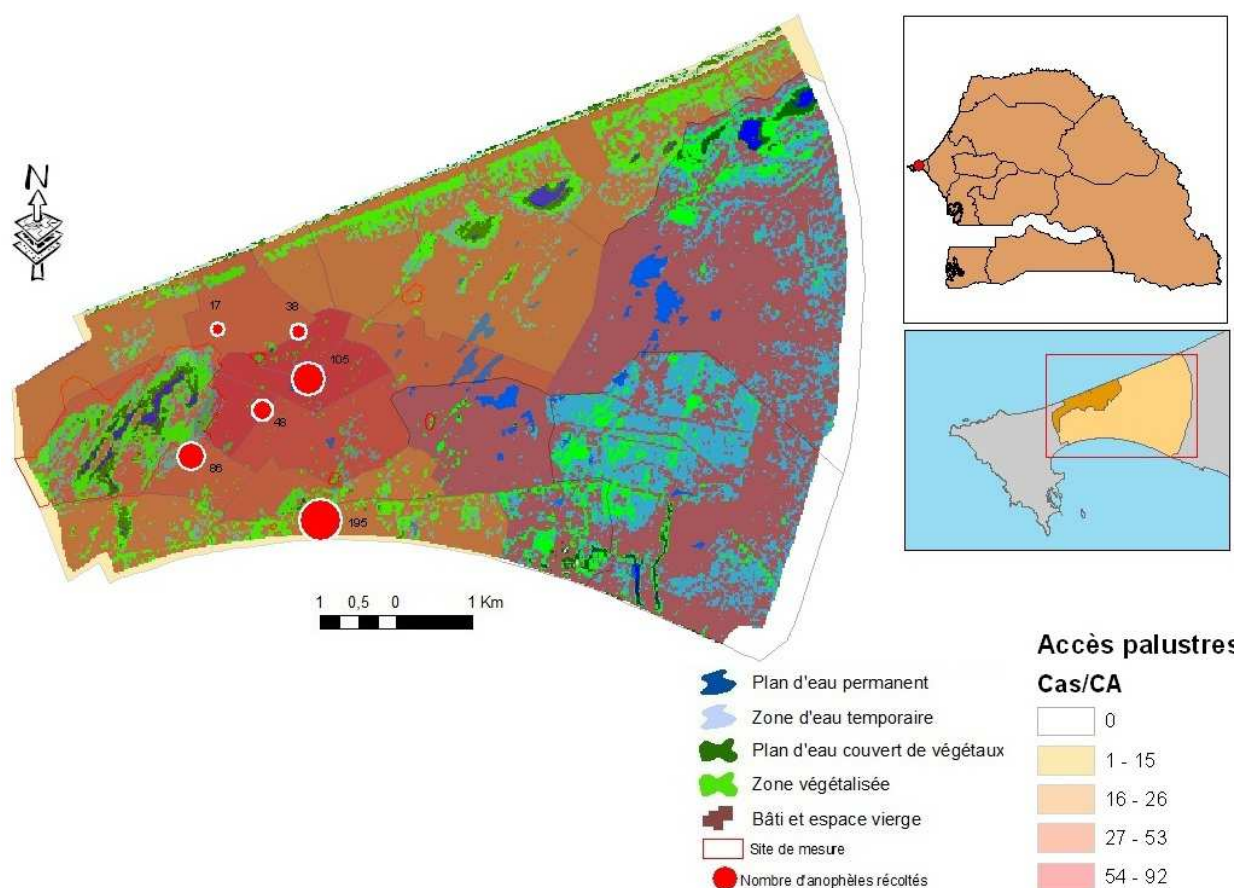


Fig. 2. Cas de paludisme confirmés et densité anophélienne

4.1.1 DISPARITES SPATIALES DES CAS DE PALUDISME CONFIRME

A l'échelle des communes d'arrondissement, les cas de paludisme sont répertoriés au niveau des localités exposées aux inondations. Cette information suppose que, seules les zones affectées par ce phénomène souffrent du paludisme. Les communes d'arrondissement sont constituées de quartiers et dans les sites de Guédiawaye et Pikine il existe des localités qui ne sont pas concernées par la problématique des inondations et d'autres qui sont affectées à une moindre mesure. Cet état de fait montre qu'il existe des disparités dans l'exposition des populations aux vecteurs du paludisme. Dans le site d'étude on observe que les communes d'arrondissement localisées en zone d'inondation, présentent une hétérogénéité spatiale des cas de paludisme confirmés (figure n°3).

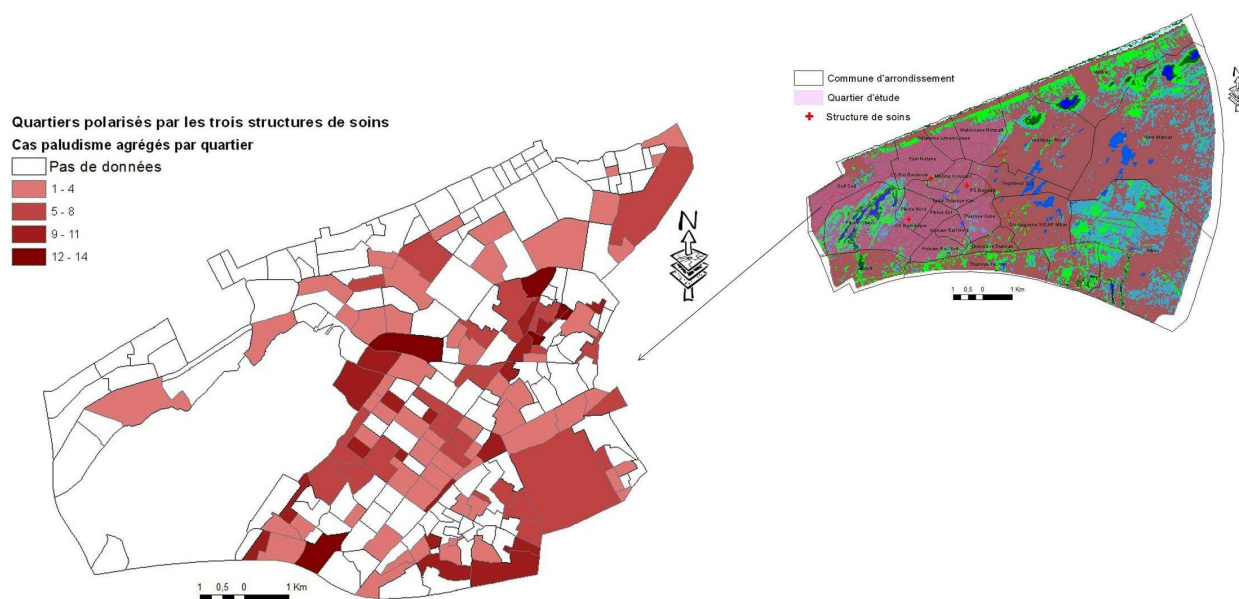


Fig. 3. Hétérogénéité spatiale des cas de paludisme confirmés au niveau des quartiers de Guédiawaye et Pikine

Source cartographique : images Landsat7 ETM+, réalisation B. CISSE

Source biomédicale : Service Parasitologique UCAD, 2010-2011

Les quartiers du site sont différents de par leur statut et de par la population qu'ils accueillent. A Guédiawaye et à Pikine, deux sortes de quartier sont rencontrés : des quartiers nés de la volonté de l'Etat et d'autres de la poussée des nouveaux arrivants dans la ville. Cette typologie fait que les premiers ont bénéficiés d'équipements qui leur ont permis de faire face aux problèmes d'inondation. Les quartiers nés de l'arrivée massive de populations dans la ville, sont par contre dépourvus d'installations d'assainissement les plongeant ainsi dans la sphère des inondations. C'est dans ces quartiers que les milieux de reproductions de vecteurs sont plus visibles et ils concentrent les taux de prévalence palustre les plus élevés. Cependant, les fortes pluies qui tombent dans la zone n'épargnent pas aussi les quartiers équipés en infrastructures d'assainissement de la présence de milieux de stagnation des eaux probables demeures de moustique. Cet état de fait conduit à l'existence de gîtes de moustiques au niveau de ces quartiers. De là, on se retrouve des prévalences palustre voisines ou qui dépassent même celles enregistrées au niveau des quartiers localisés en zone humides (figure n°3).

4.1.2 UN RISQUE PALUSTRE QUI DECROIT ENTRE LES ZONES HUMIDES

Les disparités spatiales des cas de paludisme sur le terrain permettent d'identifier les zones de concentration des malades. Ces données combinées à la localisation des gîtes et des vecteurs constituent moyen de repérage des localités à risque de transmission élevé. Les prévalences enregistrées au niveau des communes ont montré une concentration des cas de paludisme confirmés au niveau des localités en proie aux inondations et qui jouxtent les zones humides. Les données de parasitémie des patients projetées sur l'espace ont confirmé cette information. Elles montrent un gradient palustre qui s'estompe au fur et à mesure que l'on s'éloigne des zones d'eau et qui croît dès qu'on retrouve un milieu humide (figure n°4). Cette configuration de la transmission palustre montre une nouvelle dynamique de la transmission du paludisme. Car avant la dynamique des pluies enregistrée de nos jours, la Niayes constituait le seul milieu de prolifération des vecteurs de la maladie. Les quantités de pluie qui s'abattent dans la région sahélienne ont conduit à une multiplication des milieux propices à la reproduction des moustiques. Ces zones sont souvent enclavées au sein des lieux d'habitations humaines exposant les populations de tous bords au contact des vecteurs.

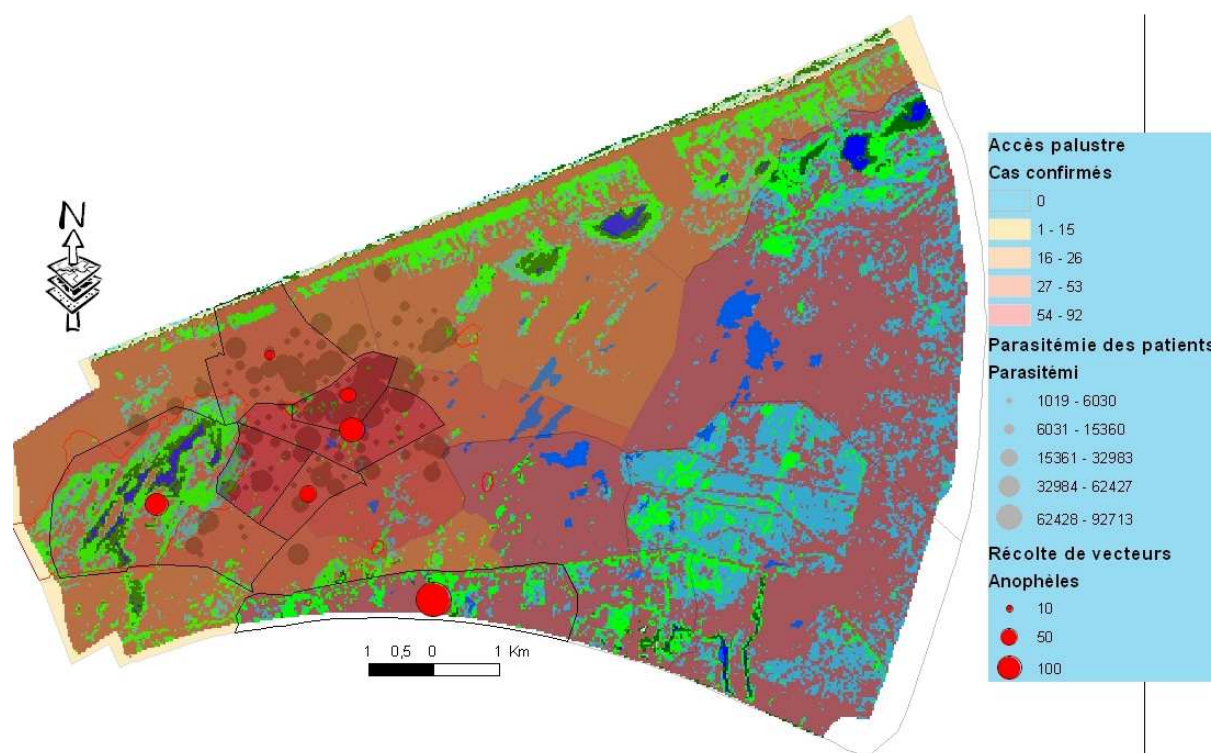


Fig. 4. Concentration de la parasitémie au tour des zones humides

4.2 UNE DYNAMIQUE NOUVELLE DU REGIME PLUVIOMETRIQUE

La région sahélienne était jadis un milieu bien arrosé par les pluies, mais elle a connu des périodes de sécheresse qui ont bouleversé l'ensemble des écosystèmes naturels. Des phases d'absence de pluie qui sont inscrites dans un contexte de variabilité climatique, qui n'est plus à démontrer dans cette partie du continent. Cette dernière, qui est une déviation moyenne par rapport à la moyenne des paramètres climatiques (Brujin, 2006), se manifeste par leur dynamique spatio-temporelle régressive ou évolutive.

Cette baisse des pluies s'est amorcée à partir de 1967, année à partir de laquelle on a noté des pluies annuelles excédentaires avec des phases de sécheresse brèves (Dacosta et al, 2002). La région sahélienne était à cette période luxuriante avec des moyennes pluviométriques qui atteignaient les 450 mm. Au-delà de cette période, c'est-à-dire à partir de 1968, la baisse des pluies a été plus significative avec la présence de phases de sécheresses plus longues, qui ont progressivement réduit les apports pluviométriques. Cette étape va de 1968 à 1998 et enregistre des phases de sécheresse dont la plus importante est celle des années 1970. Elle est marquée par une chute drastique sans précédent des précipitations plongeant la région sahélienne dans la décadence. D'après Dacosta, cette région est entrée dans une dynamique régressive des précipitations à partir de 1947, marquant l'année de rupture où les pluies annuelles sont tombées en-dessous de la moyenne annuelle qui était de 450 mm (figure 5). Avant l'année de rupture (1968), matérialisée par la courbe en vert, la région enregistrerait des pluies abondantes avec une moyenne qui tournait autour de 596 mm de pluie par an, mais des phases de sécheresse courtes étaient aussi notées. Au-delà de cette période la situation s'est aggravée, car les totaux annuels ne dépassaient plus la moyenne annuelle et les phases de sécheresse étaient devenues plus longues dans le temps. La région enregistrerait des moyennes pluviométriques très basses, environ 355 mm, nettement en dessous de la moyenne de série matérialisée par la courbe en rouge. La courbe en orange représente la moyenne mobile de la précipitation moyenne annuelle. Cette moyenne mobile permet d'éliminer les fluctuations les moins significatives de séries pluviométriques, et montre bien les périodes pluvieuses avant 1967 ainsi que les périodes sèches. La courbe montre de façon très claire la situation après la période de rupture, avec la prépondérance des phases de sécheresse, mais aussi la présence de périodes humides telles qu'au début des années 1990 et au milieu des années 2000 où les pluies annuelles ont littéralement dépassé la moyenne annuelle. Cette situation fait valoir une nouvelle dynamique, marquée par une amélioration de la pluviosité sur le territoire national à la fin des années 1990. Cette activité pluviométrique bien que réelle

est loin d'une comparaison avec les périodes humides d'avant l'année de rupture 1968 mais elle a joué un rôle prépondérant dans la mise en place de conditions propices au paludisme (Dossou Yovo, 1994).

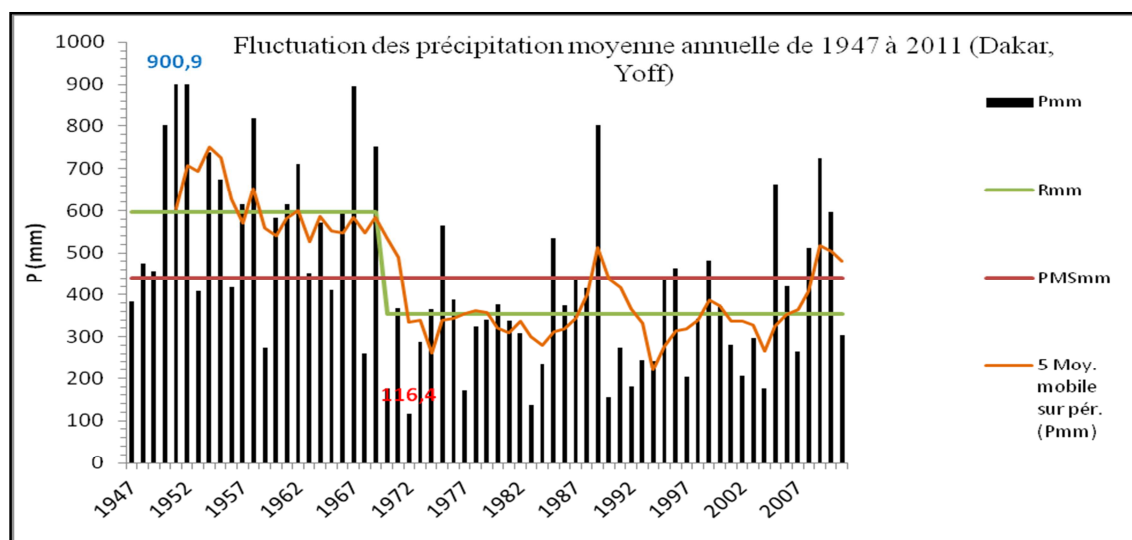


Fig. 5. Fluctuation des précipitations annuelles de 1947 à 2011 (Dakar, Yoff)

4.3 DES TEMPERATURES ET DES HUMIDITES FAVORABLES AUX VECTEURS

La température et l'humidité relative de l'air (ou hygrométrie) jouent un rôle majeur dans le développement des espèces de moustiques (Lindsay M. Beck-Johnson, 2011). Ces deux paramètres climatiques influent sur le cycle sporogonique¹ des moustiques et sur leur longévité à l'état adulte.

La région sahélienne est caractérisée par ses forts coups de chaleur qu'elle enregistre en période d'hivernage. Cette partie de l'Afrique est concernée par deux types de saison : une sèche et une autre humide qui sont caractérisées par la fluctuation des températures. La saison sèche qui part de novembre à mai, est caractérisée par des températures moyennement comprises entre 22°C et 30°C, dont les plus basses sont enregistrées au mois de janvier. La saison des pluies quant à elle, part de juin à octobre et enregistre les pics de température qui atteignent environ 35°C. Les températures ont connu une hausse considérable au milieu des années 1990, alors qu'elles étaient en alternance de périodes chaudes et froides, montrant qu'il fait de plus en plus chaud par rapport aux années antérieures à la sécheresse. Cette augmentation des températures se manifeste par des vagues de chaleur qui sont enregistrées dans la durée, alors qu'elles étaient courtes avant ce changement de régime. Les moyennes enregistrées tournent autour de 28°C alors qu'elles étaient de 27°C (ANAMS, 2011). C'est au milieu des années 1990 que les températures ont connu un bond et suivent cette allure croissante jusqu'à présent. L'alternance de phases de basses et de hautes températures est bien présente mais les périodes chaudes sont nettement supérieures et illustrent bien la variabilité et le changement de régime (figure n°6).

¹ Etape anophélienne du cycle de développement du parasite, cycle sexué (Mouchet, 2004).

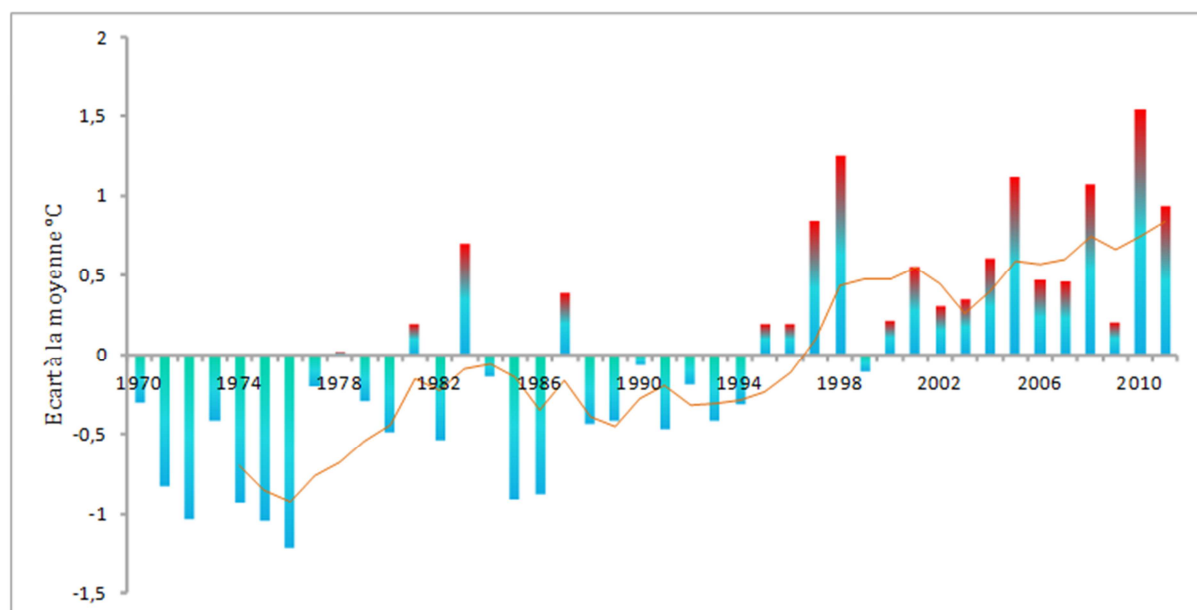


Fig. 6. Ecart à la moyenne interannuelle des températures de 1970 à 2011 (Dakar, Yoff)

Source : ANAMS, www.tutitempo.net

Dans le changement des régimes des paramètres climatiques cités, l'humidité relative elle aussi a connu des modifications dans le temps. Elle mesure la quantité d'eau contenue dans l'air et varie selon la température de l'air et des masses d'air. Ce paramètre a suivi une trajectoire divergente par rapport aux paramètres précités. L'humidité relative a subi des variations notoires au milieu des années 1990 (en même temps que les températures) où elle connaît une régression. Avant cette chute, l'humidité relative était positive et constante avec une moyenne annuelle qui tournait autour de 91%, mais elle a complètement changé à partir de 1990 où elle est tombée à 89% (figure 7).

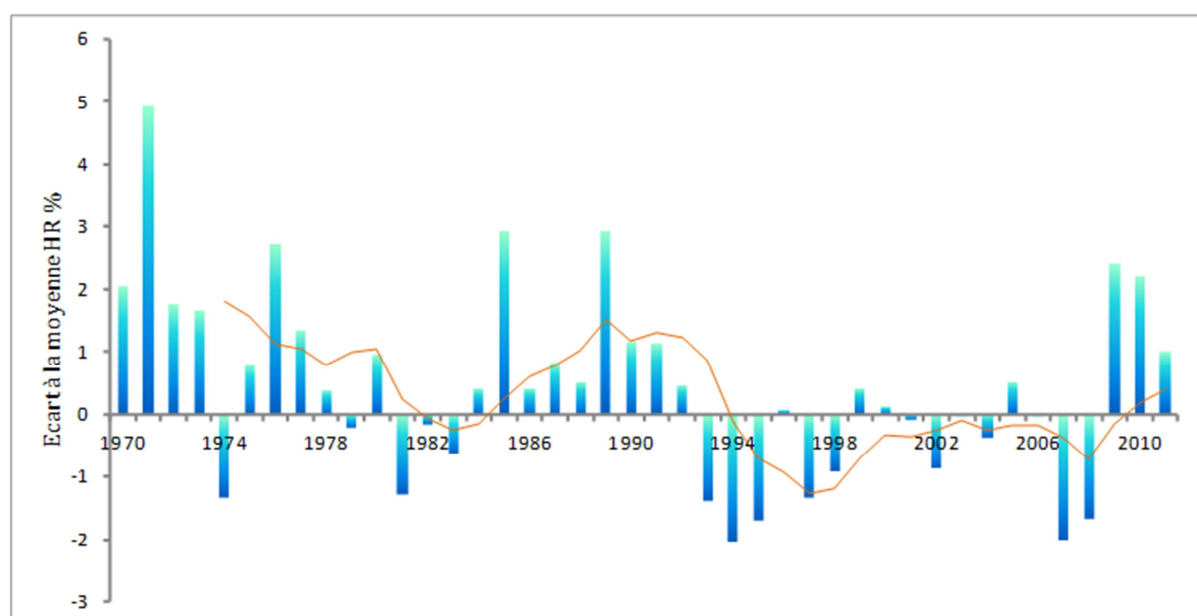


Fig. 7. Ecart des moyennes annuelles d'humidité relative de 1970 à 2011 (Dakar, Yoff)

Source : ANAMS, www.tutitempo.net

4.4 LA GEOGRAPHIE DES VECTEURS DU PALUDISME

Les prises ont révélé des disparités spatiales de présence d'anophèle dans la zone d'étude (figure 8). Elles montrent des concentrations de vecteurs au niveau des quartiers situés près des zones d'eau. Cet état de fait s'explique par le fait que les anophèles pour leur repas sanguin vont directement vers les lieux proches à leurs gîtes ou à leurs lieux de repos. A Guédiawaye et à Pikine les installations humaines ont enclavées leur sein les lieux de reproduction des anophèles et ces derniers sont plus présents dans les zones irrégulières que celles régulières.

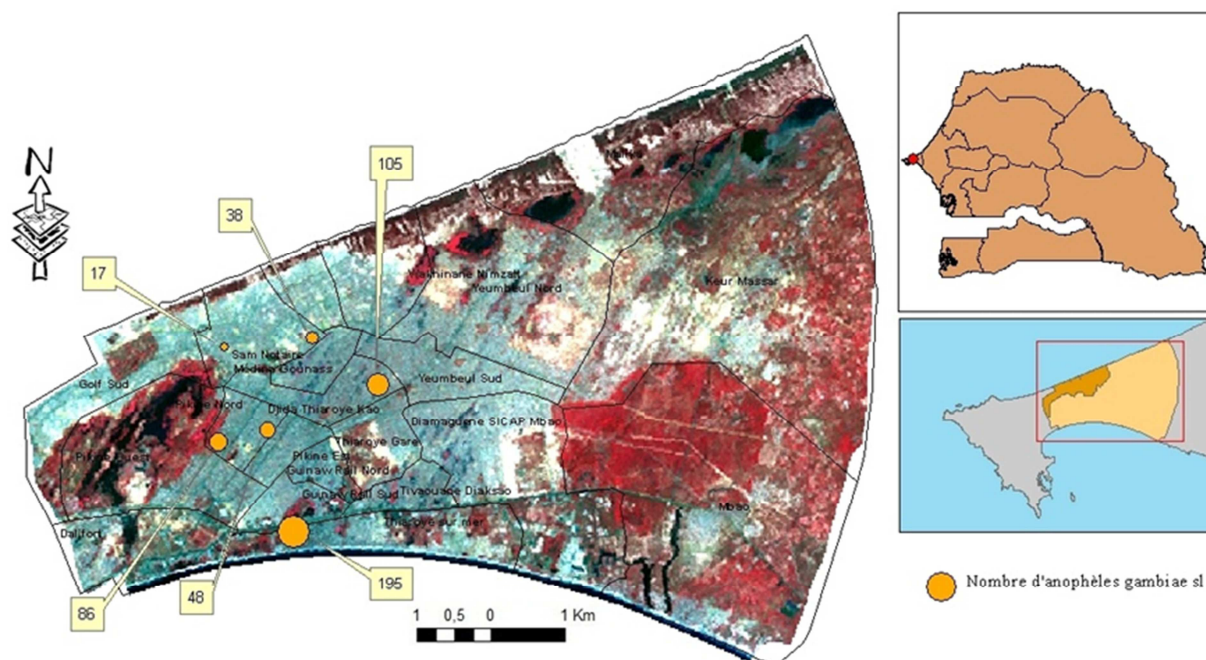
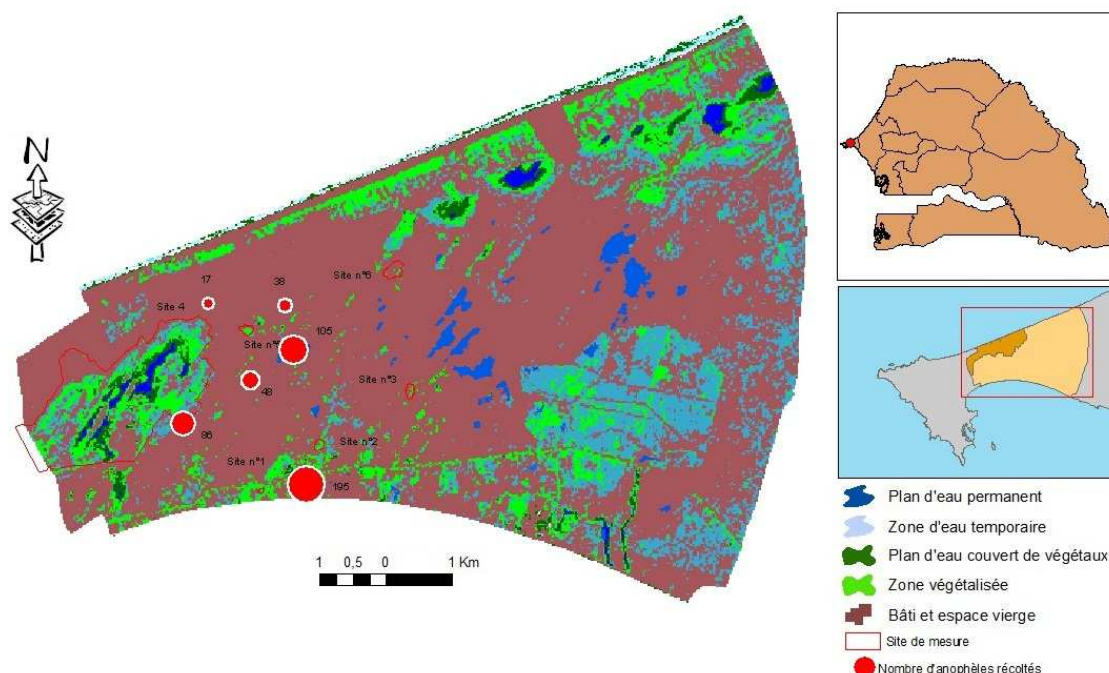


Fig. 8. Nombre d'Anophèles gambiae si capturés en Aout et Novembre

Source : Machault V, 2010. Image Landsat ETM+, conception CISSE B

Les zones de présence élevée de vecteurs ont été notées au niveau des communes d'arrondissement qui regroupent les quartiers spontanés. Ces installations humaines localisées dans des bas fonds occupés après leur assèchement pendant les années de pluviométrie déficitaire ont retrouvé leurs caractéristiques d'antan à la suite de leur remise en eau (figure 9). Cette situation a entraîné la multiplication de zones de stagnation des eaux de pluie dans les quartiers spontanés dépourvus d'infrastructures d'assainissement.



5 DISCUSSION

La répartition spatiale de la prévalence palustre dans la zone d'étude montre un gradient centre-périphérie. Les structures de collecte des données de morbidité sont localisées au centre de la zone d'étude. Ces espaces constituent leurs aires de recrutement de malades, mais cet état de fait n'explique pas seulement les prévalences de cas de paludisme élevées enregistrées. Les communes qui abritent ces structures de soins sont localisées en pleine zone inondable présentant des caractéristiques de la Niayes, donc des localités en contact avec les gîtes à vecteurs. Les visites de terrain nous ont montré une présence en nombre de zones d'inondations qui renferment des caractéristiques favorables au développement de vecteurs palustres. Les captures de vecteurs montrent des proportions élevées d'anophèles au niveau de la zone ce qui maintient la transmission de la maladie. Dans le contexte de Guédiawaye et Pikine, les gîtes sont enclavés dans les quartiers. Dans ce cas de figure, les vecteurs n'ont pas besoin d'aller très loin pour trouver leur repas sanguin. Les installations humaines mitoyennes aux zones de reproduction et de repos des moustiques sont les premiers touchés par la transmission de la maladie. Elle décroît ensuite lorsqu'on se dirige vers la périphérie où l'on note une réduction des peuplements de vecteurs. La zone périphérique est marquée par la présence de sable dunaire ce qui facilite l'infiltration des eaux de pluie et l'absence de surfaces d'inondation pouvant accueillir des moustiques. La prévalence des cas de paludisme agrégés au CA, cachent des réalités spatiales de la transmission dans la zone. Dans une commune, les différents quartiers ne sont pas exposés avec la même intensité aux piqûres de vecteurs.

La prévalence de paludisme confirmée agrégée aux quartiers de provenance des malades mettent en exergue les différents niveaux de la transmission dans la zone d'étude. Les quartiers des communes d'arrondissement exposées aux inondations recèlent des parts importantes de malades. Mais la transmission du paludisme se distingue d'un quartier à l'autre dans une même commune. La morphologie du site, constituée de dunes et de dépressions fait qu'il existe des localités plus en proie aux inondations. La transmission du paludisme au Sénégal est endémique avec des pics enregistrés en saison des pluies. Cette période coïncide avec la multiplication des superficies inondées qui fournissent aux vecteurs du paludisme des milieux propices pour leur reproduction. L'abondance de ces milieux participe fortement à l'accroissement des peuplements de vecteurs qui expose davantage les populations de ces zones aux risques de transmission du paludisme. Les quartiers localisés aux abords des zones humides de la Niayes enregistrent de fortes prévalences palustres. Cette prévalence décroît lorsqu'on se retrouve dans des quartiers éloignés des zones d'eau. Etant dans une localité où les surfaces d'inondation sont en nombre, les prévalences reprennent leurs allures croissantes dès qu'elles se rapprochent des quartiers inondés. Cette situation fait qu'une commune très exposée aux inondations est affectée de différentes façons par le

paludisme. Elle peut présenter une prévalence brute élevée, mais très hétérogène lorsqu'on la regarde à une échelle fine du fait de la localisation des habitats humains aux gîtes de vecteurs.

Les taux de parasitémie les plus élevés sont relevés au niveau des localités qui sont proches de la Niayes et des reliques de cette dernière. Cette tendance s'explique par une présence soutenue de vecteurs dans ces localités traduites dans les résultats de captures effectués dans la zone. Les concessions mitoyennes aux zones humides sont les lieux privilégiés de contact vecteur-homme. Les moustiques matures qui quittent les gîtes se dirigent vers les premières installations humaines afin d'assurer leur repas sanguin. Ce sont les quartiers proches de ces gîtes qui sont les premiers colonisés par les vecteurs ce qui les expose davantage à la transmission par rapport aux sites plus éloignés.

Analyser au niveau des quartiers, la transmission palustre apparaît plus complexe et montre de fortes disparités au sein d'un même site. L'organisation spatiale des quartiers et même les modes de vie des populations entrent dans l'explication de l'hétérogénéité des accès palustres.

Les départements de Guédiawaye et Pikine sont caractérisés par l'hétérogénéité de leurs espaces. Ils vont des zones dunaires aux bas-fonds en passant par les différentes dépressions. Cette configuration fait du site, un cadre très exposé aux inondations, car les eaux qui tombent au niveau des zones dunaires sont drainées vers les quartiers situés au niveau des points bas. Ce sont les quartiers spontanés de Guédiawaye et Pikine qui subissent de ce phénomène naturel. Ces sites d'habitations souffrent de défauts de planification d'infrastructures d'assainissement les laissant à la proie des inondations (Wade, 2009).

Dans le site d'étude, les rares équipements d'assainissement sont localisés au niveau des quartiers planifiés. A Guédiawaye, on les retrouve au niveau des quartiers situés dans la commune d'arrondissement de Sam Ndiaye et à Pikine au niveau de la commune de Pikine Ouest et Est. En plus d'être équipés en infrastructures d'assainissement, ces quartiers sont situés en zone dunaire facilitant l'infiltration, amoindrissant ainsi la présence des eaux de pluie. La faible présence de zones d'eau propices à la mise en place de gîtes réduit les risques de prolifération des moustiques. Il se traduit au niveau des captures par de faibles présences de vecteurs dans les sites localisés dans ces communes d'arrondissement. Toutefois, dans ces mêmes localités, comme à Pikine Ouest une présence significative de vecteurs a été notée. Cette commune d'arrondissement se situe près de la grande Niaye de Pikine qui constitue un cadre privilégié pour les vecteurs du paludisme.

Les zones de présence élevée de vecteurs ont été notées au niveau des communes d'arrondissement qui regroupent les quartiers spontanés. Ces installations humaines localisées dans des bas fonds occupés après leur assèchement pendant les années de pluviométrie déficitaire ont retrouvé leurs caractéristiques d'antan à la suite de leur remise en eau. Cette situation a entraîné la multiplication de zones de stagnation des eaux de pluie dans les quartiers spontanés dépourvus d'infrastructures d'assainissement. Les communes d'arrondissement de Djida Thiaroye Kao et de Thiaroye /mer font partie des localités les plus exposées et qui souffrent le plus des inondations dans la banlieue de Dakar. Les vecteurs du paludisme trouvent dans ces cadres des espaces favorables à leur développement d'où la présence soutenue d'anophèles. La mitoyenneté des sites d'habitation aux gîtes constitue aussi un élément explicatif de la prépondérance des vecteurs dans ces communes. Les moustiques pour leurs repas sanguins n'ont pas besoin d'aller loin (Salem, 1998). Au niveau de la zone d'étude, les gîtes sont incrustés dans les quartiers ce qui les rapprochent des maisons permettant ainsi aux vecteurs d'être en contact dès leur éclosion avec les populations.

Les résultats de cette recherche ont montré que les paramètres climatiques ont connu une dynamique évolutive positive à la fin des années 1990. Le climat qui est directement lié au paludisme de par trois de ces paramètres (pluviométrie, température et humidité) a été déterminant dans cette recherche. Des séries chronologiques de données pluviométriques, de température et d'humidité relative ont été utilisées afin de décrire la dynamique de ces paramètres climatiques. Ces données ont couvert la période allant de 1947 à 2011 et relatent les différentes situations climatiques de cette période. Ces situations ont été identifiées grâce à la détermination des moyennes annuelles (Pmm, T°C et HR). Cette moyenne ne montrant que des situations globales a été combinée à la moyenne mobile afin de faire ressortir les séquences cachées. Ces dernières sont d'une grande importance dans la compréhension de dynamiques étalées dans le temps. Ces traitements ont révélé une amélioration des paramètres climatiques étudiés dans le cadre de ce travail. Les pluies qui étaient abondantes avant les années 1970 (1947 à 1970) avec des moyennes qui tournaient autour de 600 mm/an ont connu une baisse drastique qui les a ramenées à 350 mm/an. De cette période (1970) à nos jours, les quantités de pluies enregistrées n'ont jamais atteint les moyennes humides d'avant 1970. Toutefois, des moyennes pluviométriques dépassant ou se rapprochant de la moyenne générale de la série ont été enregistrées durant la phase sèche (après 1970). Ces périodes humides ont été plus fréquentes au début des années 2000, où nous avons constaté une recrudescence de phases pluvieuses. Les températures et l'humidité relative ont connu aussi une dynamique positive de leur cycle durant cette période. Pour ce qui est des températures, elles ont connu une hausse qui les a maintenues entre 28 et 30°C au début des années 2000 alors qu'elles étaient autour de 26°C. L'humidité relative quant à elle a connu aussi une variation dans le temps et elle a gardé une

valeur significative qui tourne autour de 90%. Ces différentes variations des paramètres climatiques ont eu un impact considérable dans le développement du paludisme au niveau de la banlieue de Dakar. Ils ont permis la mise en place de milieux de reproduction des vecteurs qui sont inhérents au développement de zones d'eau mais aussi de conditions de prolifération des moustiques que la température et l'humidité ont favorisé. De là, le rôle prépondérant des paramètres climatiques sur la survenue de la maladie est plus qu'essentiel (Pemola et al, 2006). L'étude a montré comment ces derniers participent à l'apparition du paludisme : d'une part par la mise en place d'endroits de reproduction et d'autre part par la réduction du cycle du vecteur et par le maintien en vie du vecteur (Mouchet, 2004). Leur prise en compte est primordiale pour l'amélioration des conditions de lutte contre le paludisme.

L'impact des paramètres climatiques dans le développement du paludisme a été occasionné par une occupation spatiale mal contrôlée qui a détérioré le cadre de vie de Guédiawaye et de Pikine. Les vagues d'occupants qui se sont rués sur Pikine au début des années 1950 ont considérablement modifié l'environnement de ce milieu. Au départ, utilisé pour le recasement des déguerpies de la capitale Dakar, Pikine a connu une dynamique de l'occupation de son espace suite aux années de sécheresse. Cette dernière a poussé les populations rurales vers la ville afin de trouver de meilleures conditions de vie. Les autorités coloniales avaient ciblé des sites dunaires pour installer les populations des quartiers déguerpis de Dakar tels que le village de Dagoudane (Vernière, 1973). Face à l'épuisement de terrains dunaires et à l'arrivée massive de populations vers la ville, les zones non ædificandi ont été occupées par les arrivants. Ces dernières sont d'anciennes dépressions, cuvettes, céanes, qui se sont asséchées à la suite des sécheresses. Les formes d'occupation de ces zones ne répondent à aucune norme urbanistique. Les installations sont édifiées au niveau des dépressions ainsi qu'au niveau des voies d'eau naturelle. Cette situation est à l'origine des problèmes environnementaux auxquels la banlieue de Dakar est confrontée depuis 2000 au même moment où la région de Dakar est soumise à une amélioration des précipitations (décrit plus haut,) provoquant un affleurement plus fréquent de la nappe phréatique en période pluviale (Morel, 1996). Cette remontée de nappe associée aux écoulements concentrés des pluies violentes touche préférentiellement les zones dépressionnaires, les céanes, etc où les quartiers se sont installés. La présence prolongée d'eaux stagnantes dans ces zones aujourd'hui urbanisées a un impact considérable sur la prolifération de gîtes d'anophèles dans le secteur étudié (Manuscrit Parasitologie, 1998). De là nous constatons le rôle que l'occupation des zones non ædificandi a eu dans la mise en place de gîtes à vecteur palustre.

6 CONCLUSION

Les données de cette étude nous ont fourni de précieuses informations, tant à travers l'exploitation de données environnementales que biomédicales. Elles ont permis de décrire la situation du paludisme dans les départements de Guédiawaye et Pikine, ainsi que les facteurs de risques qui concourent à la persistance de la maladie dans ce cadre urbain. L'installation d'un nouveau régime climatique a été déterminante dans le maintien de la transmission du paludisme à Guédiawaye et Pikine. Le contact vecteur-homme constitue la phase ultime du cycle de transmission du paludisme. Cependant, se limiter à la présence de gîtes à vecteur, de vecteurs et de conditions climatiques favorables ne suffit pas pour cerner l'ensemble des facteurs de risque du paludisme. En effet, une analyse sociologique mettant en exergue les facteurs sociaux susceptibles d'accentuer l'exposition au risque du palustre constitue une nécessité afin de cerner l'ensemble des facteurs de risque de la maladie. Abordée ici, elle intervient au sein d'une approche intégrée du paludisme, seule perspective d'éradication de la maladie. Cette analyse demande néanmoins une amélioration afin de mieux prendre en compte l'influence sociale et notamment les facteurs aggravants et réducteurs du risque de paludisme.

REFERENCES

- [1] Beck-Johnson LM, Nelson WA, Paaijmans KP, Read AF, Thomas MB, et al. (2013) « *The Effect of Temperature on Anopheles Mosquito Population Dynamics and the Potential for Malaria Transmission* ». PLoS ONE 8(11): e79276. doi:10.1371/journal.pone.0079276.
- [2] Dacosta H. Malou R., 2002, « *La variabilité spatio-temporelle des précipitations au Sénégal depuis un siècle* », FRIEND 2002—Regional Hydrolog): Bridging the Gap between Research and Practice (Proceedings of the Fourth International FRIEND Conference held at Cape Town. South Africa. March 2002). IAHS Publ. no. 274.2002.
- [3] Dosso-Yovo J. el Coll., « *Aspects du paludisme dans un village de savane humide de Côte d'Ivoire* », Méd. Trop. 1994; 54, 4.
- [4] De Bruijn, M. & H. van Dijk, 2006, « *Climate Change and Climate Variability in West Africa; Variabilité et changement climatique en Afrique occidentale* », In : Responding to climate change/solutions aux changements climatiques 2007, RTCC: 12-14.
- [5] Gachot B. al, 2004, « *Paludisme* », Doin, Paris, 110 p.

- [6] Gadiaga et al., 2011, « *Conditions of malaria transmission in Dakar from 2007 to 2010* », Malaria Journal.
- [7] Gaye O., 2012, « *Le paludisme pourrait être éliminé dans un futur proche* », www.anst.sn
- [8] Gueirard P, and al., 2010 « *Development of the malaria parasite in the skin of the mammalian host* ». Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 Oct 26;107(43):18640-5. doi: 10.1073/pnas.1009346107. Epub 2010 Oct 4.
- [9] Guilbaud A., 2008, « *Le paludisme, la lutte mondiale contre un parasite résistant* », Paris, L'Harmattan, 160 pages.
- [10] Liu W. and al, 2010, « *Origin of the human malaria parasite Plasmodium falciparum in gorillas* », US National Institutes of Health, Nature 23; 467 (7314):420-425.
- [11] Manuscrit n°1880 "Parasitologie", 1998, « *Le paludisme dans le District sanitaire de Dakar (Sénégal)* ».
- [12] Ministère de la sante de la prévention et de l'hygiène publique, PNLP, 2008, *Rapport statistique*, 69 pages.
- [13] Morel A. 1996, « *L'Assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical sub saharien* », Luxembourg, Lux-développement, 167P.
- [14] Mouchet J. 2004, « *Biodiversité du paludisme dans le monde* », Paris, John Libbey Eurotext, 428p.
- [15] OAU, 2000, *La Déclaration d'Abuja et le plan d'action*, Extrait du Sommet africain pour faire reculer le paludisme, Abuja, 25 avril 2000 (WHO/CDS/RBM/2000.17).
- [16] Pemola ND, Jauhari RK (2006) « *Climatic variables and malaria incidence in Dehradun, Uttaranchal, India* ». J Vector Borne Dis, 43 :21-28.
- [17] Salem G. 1998, « *La santé dans la ville : géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)* », Paris, Karthala, 355p.
- [18] UNICEF, **2007** « *La journée africaine du paludisme appelle à une sensibilisation et une action mondiales* » http://www.unicef.org/french/health/index_39445.html
- [19] Vernière M., 1973, « *Pikine, "ville nouvelle" de Dakar, un cas de pseudo-urbanisation* », Ecole pratique des Hautes Etudes, Paris L'Espace géographique, n° 2, 1973, 107-126. Doin, 8, place de l'Odéon. Paris-VI', 20 pages.
- [20] Wade S., Faye S., Dieng M., Kaba M., Kane N. R., « *Téledétection des catastrophes d'inondations urbaine : le cas de la région de Dakar (Sénégal)* », Journées d'Animations Scientifique (JAS 09) de l'AUF Alger Novembre 2009, 7 pages.

THE UYGHUR (A TROUBLED MINORITY OF CHINA)

ANSHUMALI SHUKLA

POST GRADUATE TEACHER – GEOGRAPHY, ARMY PUBLIC SCHOOL, BEAS, PUNJAB, INDIA

Copyright © 2016 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: Human beings from cultural point of view are not same. In world, we can see different types of human beings with lot of difference in their styles of living. But one thing which is commonly observed that in culturally diverse countries majority population always tries to dominate the minority population. This tendency many times gives birth to a number of social and law and order problems. In the concerned paper, an analysis will be done on the plight of Uyghur, a minority Muslim population of China. They are suffering both from the hands of Han Chinese (ethnically majority population of China) as well as from Chinese government. It has resulted in ethnic unrest in this part of China.

KEYWORDS: Diverse, Dominate, Majority, Minority, Plight.

INTRODUCTION

It is truly said by someone that human beings are biologically one but culturally many. This means as species we all are homosapians but when we talk about culture then it not so because from cultural point of view, there are numerous types of human being. It is so because lifestyle and way of living of people is not same everywhere rather it differs from one place to another in the world. Not to talk of the world but within a country it too differs even at smallest levels of administrative units. Large sized countries are the best ensample that show greater tendency of cultural, ethnic and religious variations among its population. The continent of Asia, the largest and most populated continent of the world, is the best example of these cultural, ethnic and religious variations among its populations. These variations often result in formation of a dominant and minority groups of population. Dominant or majority group always tries either to crush or to make the minority accept their forced assimilation with them. This fact cannot be denied.

In the present paper main discussion will be done on plight of Uyghur, an ethnic Muslim minority group of population living in 'Xinjiang Uyghur Autonomous Region' in China, who are suffering from the hands of both the Chinese government's repressive policies and from the domination of Han Chinese (ethnically majority population group of China).

On the name of economic development, the communist government of China is forcefully trying to the end their culture and no country in the world especially the Islamic World has any courage to make China realize that what they are doing in Xinjiang with its Uyghur (Turkic Muslims) population is not right.

TURKIC MUSLIMS OF CHINA



COURTESY GOOGLE

OBJECTIVES OF STUDY

No study and research work is complete without its objectives. Following are some of the objectives of the present paper:

1. To know the causes behind the problem of conflict between Uyghur and Chinese government.
2. To know, what could be the results of the repressive policies adopted by China towards its own people?

METHODOLOGY

This paper has used information obtained from various sources including articles from newspapers, magazines, internet and numerous books & research papers.

AREA OF STUDY

Uyghurs live in Xinjiang province situated in Northwest China. Therefore the area of study in the paper is, Xinjiang Province of Northwestern China where a large number of Uyghur population lives. See the map below:



COURTESY GOOGLE

MEANING OF SOME IMPORTANT TERMS

Before we start our detailed discussion regarding the historical & geographical background of Uyghur population, we must have a clear understanding of some following basic terms:

1. Ethnic:- The term ethnic has its origin from Greek language word 'ethnikos' which means 'Heathen' or 'Pagan' (in the sense of desperate 'nations' which did not yet participate in Christian Oikumene). It is related to a group of population i.e. a subgroup (within a larger or dominant national or cultural group) with a common national or cultural tradition for example the ethnic Albanians living in Germany.
2. Ethnicity:- The fact or state of belonging to a social group that has a common national or cultural tradition. For example the inter relationship between gender, ethnicity and class.
3. Ethnic minority:- A group within a community which has different national or cultural traditions from the main population.
4. Ethno archaeology:- It is the study of social organization and other ethnological features of present day societies based on their material culture, in order to draw conclusions about past societies from their material remains.
5. Ethnography:- It is the scientific description of peoples and cultures with their customs, habits and mutual differences.

HISTORICAL & GEOGRAPHICAL BACKGROUND OF UYGHURS

The Uyghur people are the Turkic ethnic group, native to the Altai Mountains of central Asia. Throughout their 4000 years history, they have developed an advanced culture and played an important role in cultural exchanges along Silk Road. During 8th – 19th century, Uyghur Empire was a dominant force in central Asia. The Manchu invasion in 1800's, nationalist and communist forces from China and Russia have caused Uyghur culture to fall in to decline.

They are predominantly Sunni Muslims. Historically, Islam came to their region in 10th century. Prior to Islam, they embraced Buddhism, Shamanism and Manichaeism.

Uyghurs now mostly live in their homeland, 'the Xinjiang Uyghur Autonomous Region' in China. Until recently, they made up the largest ethnic group in that region. Minority Uyghur population also lives in Turkmenistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Tajikistan and other neighboring countries.

The current territorial size of Xinjiang Uyghur Autonomous region is 1.82 million km². The area has grand desert, high mountains, beautiful rivers, grasslands and forests. According to latest census in 2010, the current population of this area is about 21.81 million including 8.75 million ethnic Han Chinese (40.1%) illegally settled here after 1949 A.D. The Uyghurs were about 10.2 million in 2000 census. However, official population of these people in 2010 has not yet been published. They are still in majority in this region. However, the expansionist policy of government of China is taking the balance of population in favour of Han Chinese population rapidly.



COURTESY GOOGLE

REASONS OF TENSIONS BETWEEN UYGHUR AND CHINESE GOVERNMENT

The XUAR i.e. Xinjiang Uyghur Autonomous Region was formerly known as 'East Turkestan.' It has enjoyed the intermittent periods of independence and domination. But after 1949, the region came under the cruel rule of Chinese government i.e. Communist Party of China (CPC) under the rule of 'Mao-Je-Dong'. Since then the region became nuclear testing ground of Chinese military. It is a home of large numbers of Chinese military and paramilitary units. The repressive policies of Chinese government towards its minorities are also creating ethnic and separatist movements in this part of China. Following are some reasons behind this tension, which are as follows:

1. **The Repression of Religious Freedom:-** Xinjiang region also known as East Turkistan has never been religiously free under modern Chinese rule. Since the establishment of People's Republic of China (PRC) under Mao-Tse-Tung in 1949 A.D., the Chinese government has adopted repressive religious policy that has aimed at forced assimilation of Uyghurs with Han migrants as well as Chinese authority. Studying religious texts, celebrating religious holidays and representing one's religion through personal appearance are strictly prohibited a state-run institution. The Chinese government even censors versions of Koran and regulates what Imams are allowed to preach. Authorities regularly conduct surveillance on mosques and any expression of frustration with government's policies is equated with 'Separatism', a state security crime punishable by death under Chinese law. They have even banned Uyghur language from the school. Recently, the Chinese government has enforced a kind of ban over fasting during the holy month of 'Ramadan' by giving the reason of occurring ill health.

These restrictions have provoked violent unrest amongst Uyghur factions and international Islamist groups.

2. **Anti-Terror Policy of China:-** After 9/11 terrorist attacks on U.S.A., Chinese military has used repressive policy against the Uyghurs in Xinjiang region. Government forces made many illegal, forced detentions, arrests and elopement of Uyghurs. However, shamefully to hide the deeds the Chinese government blamed to three evil forces of separatism, terrorism and religious extremism. However, the social media and You Tube footages of 2009 clashes that spread across the world shattered the PRC's (People Republic of China) claims that 'Jihadism' was the source of conflict. These footages provided ample evidences of police brutality, discrimination and lynching by Han Chinese population and revealed the social and economic roots of the conflict. Chinese government is adopting more strict policies to curtail any type of Uyghur uprising by blaming it religious extremism. This is also making these people agitated towards Chinese government.

3. **Forced Cultural Assimilation:-** Language, culture and religion of minorities are considered as a barrier for economic development. Advocated of this modern open market approach in China particularly the 'Hans' have this viewpoint. These people in government have molded the public viewpoint in such a way that many people in China today feel that languages & religions of minorities would die away in the process of urbanization, consumerism, literacy and communication. This new ethno-religious theory has created a situation where victims can be easily blamed (Zebeishouhaihe) for their ethnic attributes (Zhang 2006:4-7). The Chinese government has therefore imposed Mandarin language compulsory in all educational and official institutes. They instead of assimilating Uyghurs in mainstream of nationalism, Chinese government is forcefully imposing its decree on the residents of this region. This has created a massive rift among the government and the Uyghur minority because minorities in every country always have a tendency to protect their own culture.
4. **Economic Exploitation:-** We know that China is today one of most rapidly developing as well as expanding economy. But their 'rapist like attitude of natural resources' has made them a villain in many parts of the world. Similarly, in this oil rich and strategically important region, Chinese government is rapidly utilizing the natural resources available here but ignoring as well as crushing the sentiments of local population. Moreover, marginal or petty jobs are given to the locals while Han majority population enjoys higher ranks. This has led deep dissatisfaction among the locals. They consider that the government is exploiting the resources that belong to them by ignoring their own rights. But to crush any uprising of local Uyghurs China is planning to construct 'Silk Road Project' connecting China with central Asia, and then with Europe, also China's plan to create 'China-Pakistan Economic corridor' connecting Xinjiang with Gwadar Port of Pakistan. The indirect objective of these projects is to counter any uprising of Uyghurs in Xinjiang region. See the Silk road project of China on map:



COURTESY GOOGLE

5. **Strict Control on Media Reporting:-** In modern day world mass media is the most important source of information for public. However, just like Tibet, China has banned any type of news reporting or entry of outside world's news correspondents to its restive Xinjiang region. Very few news related to Uyghurs, in which only Uyghurs are shown as culprits whereas government of China as angel, are released. What atrocities are going on Tibetans and Uyghurs generally remain unnoticed. Though Tibetans got attention because of presence of their powerful religious leader 'His Highness Dalai Lama' but Uyghurs do not have any powerful and charismatic leader like 'His highness Dalai Lama', therefore, not much attention has been paid to their problems. This had led to an increase in anti-Han and anti-government feeling in the hearts of Uyghurs. Moreover, Uyghur people are also angry because of Chinese state media's presentation of Islam

religion as 'Islamic threat' or danger to Chinese society and conservative Muslims are today primary targets of Chinese government.

CONSEQUENCES OF UYGHUR-CHINESE GOVERNMENT CONFLICT

Due to repressive policies of Chinese government, out of 56 recognized minority communities, Uyghurs are the worst sufferers. They are badly hurt. Following could be the consequences of this conflict:

1. If Chinese government continues its repressive policy in this region based on religion then these Uyghurs may get support from the Islamic terror groups working in neighboring Pakistan's terror camps.
2. The law and order problem may erupt not only in Xinjiang but also in other parts of China. For example, in 2014, a violent knife attack on passersbys in Kunming that left 29 people dead and 100 injured. A number of scholars see this incident as growing feeling of radicalization among Uyghurs.
3. If Uyghurs in near future join hands with terror groups of Pakistan and Taliban of Afghanistan or Islamic State in near future then it may lead to birth of more dangerous form of terrorism in China and Xinjiang may become 'Chechnya of China.' See the map of Chechnya:



COURTESY GOOGLE

4. The policy of Chinese government to increase the number of Han population to dominate this area may further widen the gap between Hans and Uyghurs and there may be an increase in ethnic violence in near future.

POSSIBLE REMEDIES TO THIS PROBLEM

1. Chinese government should understand that minorities are also a part of their country. Their hearts must be won by winning their confidence rather than forcefully implementing government decisions on them.
2. Chinese government should involve Uyghurs in the developmental activities of Xinjiang region and in the resource management of that area also.

3. Employment should be given without any discrimination.
4. The Chinese government should respect the language religion and culture of the Uyghur people of Xinjiang province of China.

CONCLUSION

In multi-ethnic and multi-religious societies, the dominance of one-majority group always creates a sense of insecurity among minority groups. It is a universal phenomenon. Majority can solve this problem only if there is a feeling of mutual respect of feeling of minority groups. The sufferings of Uyghurs in China are the result of China's planned policy of dominating its resource rich peripheral areas by settling its Han majority there and thereby wiping out the culture, languages and religion of minorities. This is a lesson for those countries, which are multi-ethnic, multi-religious & multi-cultural that peaceful and stable development is possible only when the governments of concerned countries will also consider the basic as well as legal rights of all its citizens whether they are in minority or in majority. Uyghurs are the worst sufferers in their own motherland. Therefore, international community should pursue China to pay attention to the plight of these people.

ACKNOWLEDGEMENT

I will like to say thanks to all those who became a source inspiration for me while writing this research paper. I will like to devote this paper to my late Mother. My father too became a source of inspiration for me. I am also thankful to the entire team of "PLANET COMPUTER CENTER."

REFERENCES

- [1] Amnesty International, "Gross Violation of Human Rights in Xinjiang Uyghur Autonomous region (XUAR)", April 1999.
- [2] "China Xinjiang: Muslim Students Made to Eat During the Ramadan." BBC, July 11, 2014.
- [3] "Combating Terrorism, We Have No Choice," People's Daily, December 18, 2003.
- [4] DebashishChaudhuri, "China and its Peripheries: Beijing, Xinjiang and Han-Uyghur Schism." Institute of Peace and Conflict Studies (IPCS).
- [5] DebashishChaudhuri(2010)," Minority Economy in Xinjiang – A Source of Uyghur Resentment," China Report , Vol.46, No.1, 9-27.
- [6] Elizabeth Van Wie Davis, "Uyghur Muslim Ethnic Separatism in Xinjiang, China." Asia-Pacific Centre for Security Studies, January 2008. Overview [1]
- [7] European Parliamentary Research Service," China: Assimilating or Radicalizing Uighurs?" Posted By: Members Research Service, November 19,2014, written by Gisela Grieger.
- [8] "Government Land Grab Plan Causes Stir in Muslim China" Associated Press June 16,2014.
- [9] HenaZuberi," Uyghurs in China: We Buried the Quran in our Backyards." June18,2015.
- [10] Jeremy Page and EmrePeker, "As Muslim Uyghurs Flee, China Sees Jihad Risk." The Wall Street Journal's China news section updated on, Feb1, 2015, 12:35 am ET.
- [11] Joseph Grieboski, " Tension, Repression and Discrimination: China's Uyghurs Under Threat." Georgetown University, September 24, 2014.
- [12] KilicKanat "Ethnic Problem as a Strategic Pit for China," World Bulletin, December 03, 2014.
- [13] KilicKanat. "Repression in China and its consequences in Xinjiang " Article Published on 28 July 2014 in Hudson Institute U.S.A.
- [14] "Muslims in China's Xinjiang told to Ignore Ramadan Customs" Reuters, July 4th,2014
- [15] Peter Cai, "What's Behind China's Xinjiang Problem?", China spectator, March 2014.
- [16] The Columbia Electronic Encyclopedia," Minority." Columbia University, Press.
- [17] Wikipedia, the Free Encyclopedia, "Ethnic Groups in Chinese History,"
- [18] Wikipedia, the Free Encyclopedia," Ethnic group."
- [19] Wikipedia, the Free Encyclopedia," Uyghur People."
- [20] Wikipedia, the Free Encyclopedia," Xinjiang."

المصمم العربي بين الإشكالية والمشكلة في تصميم حلي يحمل الهوية العربية

The Arab Designer between the problematic & problem of designing Jewelry with an Arab-Identity

هبة الله مسعد محمد سليم

مدرس بقسم المنتجات المعدنية والحلي
كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان
الجيزة - مصر

Heba - Allah Mosaad Mohamed Selim

Lecturer – Metal Products & Jewelry Dpt., Helwan University-Faculty of Applied Arts, Giza, Egypt

Copyright © 2016 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: It's worth to be mentioned that the Arab designer faces a problem when attempting to design jewelry with an Arab identity that can compete worldwide. This issue is present due to the lack of national commitment as a basic target to his Arab belongingness. As a matter of fact, we find that the traditional and contemporary designers neglect the traditional aspect, which results in the negligence and blindness of their reality, entangling both of them in the dependency trap, leading them to being occupied by the western mind rather than being concerned with their society's problems and the legacy of their distinguished civilization.

We don't mean by this that the Arab designer should retreat to his heritage, but we mean that he should rejuvenate this legacy. There is a clear difference between the two aspects, as rejuvenating means that he should restore the awareness of the cultural heritage and apply it in designing products, as rejuvenating aims to retrieve the soul of the cultural component, which is the legacy.

This requires that designers in general; and the jewelry designer in particular; must retrieve the soul of the cultural and artistic heritage by developing them into designs and patterns for jewelry that suite the present with all its development and modernity.

KEYWORDS: Kabbalah, Problematic, Coding, Heritage.

المخلص: الجدير بالذكر ان هناك اشكالية لدى المصمم العربي في تصميم منتجات لها السمة العربية التي يستطيع المنافسة بها بين دول العالم فإن أزمة المصمم العربي تتمثل في غياب الالتزام القومي كهدف أساسي لإنتماءه العربي ، ونجد أن المصمم التقليدي و المصمم المعاصر، كلاهما في واقع الأمر يهمل البعد التراثي، مما يؤدي إلى إغفال الواقع وعدم رؤيته مما يوقع كلاهما في حبال التبعية، والذي ينتج عن انشغال المصمم بالفكر الغربي دون الاهتمام بمشكلات مجتمعه وتراث حضارته المميز.

ولا نقصد هنا العودة إلى التراث بل نقصد إحياء التراث فهناك فرق واضح بين الاثنين ، حيث أن الإحياء يهدف إلى إعادة الوعي بالتراث الحضاري وتطبيقه في تصميم المنتجات وكذلك يهدف إلى تجديد هذا التراث ، لأن فعل الإحياء هو إعادة الروح والحياة للمكون الثقافي وهو التراث.

وهذا يتطلب من مصمم المنتجات عامة ومصمم الحلي خاصة ان يعيد للموروث الحضاري والفني الحياة من خلال تطويرها في تصميمات وأنماط للحلي تناسب الحاضر بكل ما يحمله من تطور وحداثة.

كلمات دلالية: المصمم العربي، الإشكالية، المشكلة، الهوية العربية.

مقدمة:

الإشكالية في مفهومها العام تمثل مجموعة من المشاكل المرتبطة والتي لم تحدد ماهيتها بعد ويستشعر فيها وجود مشكلات، غير أن تصور الحلول غير مطروح.

ومن هنا فإن إشكالية المصمم العربي تدور أو تتمحور حول تطويع أفكاره ومفاهيمه العلمية والفنية في وضع حلول قد تتوافق مع المجتمعات الأجنبية التي تقدمت في حل المشاكل التصميمية في الدول المتقدمة ، ويتعثر التعامل معها في الدول النامية لمجموعة من الاعتبارات منها التقدم التكنولوجي و الوضع الاقتصادي والمواطنة البيئية وغيرها ، ولذلك يجد المصمم العربي نفسه في معزل عن العمل الابتكاري في مجتمعة الذي اكتفى بالاعتماد على المنتجات الأجنبية أو إنتاجها استثناء، غير أن المشكلة التصميمية في الأوطان العربية هي مشكلة الاغتراب، إما اغتراب المنتج من حيث الارتباط بعادات وتقاليد المجتمع أو غياب الشكل المتوافق مع المزاج القومي.

فالمصمم هو محتوى ناتج من ثقافة اجتماعية ويمثل مجتمعه بقيمه وعاداته وتقاليدته التي تعكس واقع، وذلك يترك أثره في المصمم وتصيح أعماله معبرة تعبيراً صادقاً عن واقع مجتمعه ، إلا أن للمصمم العربي إشكالية تدور حول فكره وعلاقته بالمجتمع.

فهناك تباين فكري بين اتجاهين من المصممين، منهم من له رؤية علمانية ترفض التاريخ ولا يهتم بما يحويه من تراث عربي إسلامي أصيل، وبدلاً من ذلك تبني اتجاهات مذهبية تهتم بالشكل على حساب المضمون الإيجابي، وفي مقابل ذلك نجد آخر يتمسك بالقديم ويرفض كل ما هو جديد ولا يعطي لنفسه فرصة الحوار مع هذا الجديد.

مما سبق يتضح خطأ الرأيين فيمكن القول بأن التراث في مضمونه لا يعني الماضي أو الإرث بل يعني الممارسة والتفكير على مر التاريخ ، فمعني ذلك أن التراث هو معدن الهوية التي تتشكل وتستمر في سياق اجتماعي ثقافي في الأزمنة الماضية والحاضرة بل والمستقبلية أيضاً ، وهو ما لا يمكن التخلي عنه أو إلغائه ، فالتراث عملية مركبة تشكل بناء الوعي الذاتي من خلال إعادة تأسيس بنية العقل و التنوع الثقافي المعبر عنه ، وتلك العملية تعني الوعي في تواصله وليس في انفصاله مما يشكل قاعدة أساسية لا تتعارض مع الحاضر (المعاصر) وبالتالي يمكن التخطيط من خلالها لثقافة المستقبل.

ولذا أصبح على عاتق المصمم العربي عامة والمصري خاصة أن يملك ثقافة ذات مضمون قومي وطني مرتبط بالحياة المعيشية لمجتمعه ، فيعكس هذه الحياة بصدق وبوعي يبرز عناصر الثقافة الإنسانية القائمة على التكافؤ وفهم التراث الإيجابي في ضوء العصرية، فيجب عليه من خلال أعماله أن يدعوا إلى المساهمة في إبداع نظرية قومية في الثقافة، تعد الإنسان العربي لمواجهة نزيف الوعي الاجتماعي لدى المجتمع العربي من قبل العرب.

المشكلة:

ان غياب المصمم العربي عن الثقافة ذات المضمون القومي يؤدي إلى إنتاج أفكار تصميمية غير مواءمة للواقع الفعلي ، وهذا نتيجة لتباعد المصمم عن مجتمعه وعدم إتباعه منهج جدلي في التحليل والتفسير مما يؤدي إلى افتقاد أعماله إلى الإبداع و الابتكار ، فتنتقل من هنا رؤية بعيدة عن واقع مجتمعا العربي وخصوصياته الحضارية.

1- اعتبارات في توجيه الفكر العربي للمصمم المعاصر :-

أولاً- تعاظم دور الصمم في مجتمعه :

ترتبط الثقافة العربية بإشكاليات كثيرة ومتعددة تكمن في طبيعة الظروف الاجتماعية والسياسية والثقافية والاقتصادية التي تحكم مسار هذه المجتمعات، والتي تلزم المصمم ضرورة الفهم الواعي لهذه الإشكاليات¹، وإدراك واقعها حتى يتمكن من الاستغلال الأمثل لإمكانيات العوامل المادية وتوجيه القوى البشرية من خلال أعماله ، في محاولة ذاتية وطنية لخلق ثقافة خاصة بمجتمعه العربي بعيداً عن التبعية.

ثانياً- أهمية إحياء التراث:

إن الاختلاف بين الحضارات يرجع في المقام الأول إلى قدرة أصحاب الحضارة على الخلق والإبداع الذاتي والتجديد وإعادة الإنتاج الفكري الذي ينتج عن المفكرين والمصممين القائمين بالربط بين النظرية والتطبيق من خلال أعمال متميزة معبرة عن ثقافة مجتمعاتهم، من ثم فالحوار بين الحضارات والثقافات هو أمر طبيعي.

إذا فتجديد الفكر العربي لابد أن يبدأ من داخل تراثه ويتحاور معه في ضوء معطيات الواقع العصري، منطلقاً من منظور البعد عن الثوابت والتعامل بالعقلية المتحركة المبدعة في ذاتها ومن أجل ذاتها أيضاً.

ثالثاً- إيجاد منظومة عمل متكاملة:

إن المصمم كفرد لا يستطيع العمل بمفرده دون وجود جماعة مساندة لكلا دوره الذي يكمل الآخر للوصول إلى فكر عربي معاصر فلن يصبح هذا أمراً وارداً دون العمل المبدع لا الفردي بل من خلال العمل الجماعي المتجدد الذي يبدع فيه المصمم في ظل مناخ من الحرية والديمقراطية والتحاور الموضوعي والبعد عن الذاتية.

ولكن ليس هذا باليسير وإنما بالجهد والتعاون يستطيع المصمم العربي أن يبدع في تراثه ومن أجله، ويجدد في تاريخه ، فإنه يربط الماضي بالحاضر ، حتى تصبح له هوية خاصة به.

2- الإشكاليات التي تواجه المصمم العربي:

¹ نجم الدين الدرعي 2013: "الفن التشكيلي المعاصر وسؤال الذات والهوية" الحوار المتمدن-العدد 4031 - مارس المحور :الادب والفن.

1-2- " إشكالية نظرية:-

تتمثل في إنتاج تصميمات من خلال أطر فكرية تقليدية إلى حد كبير، كما نرى أن هذه التصميمات لا يتم تقويمها أو وضعها تحت النقد البناء، من هنا نجد غياب الفكر الخلاق أو المبدع عند الكثير من الفنانين أو المصممين.

2-2- إشكالية أيولوجية:

تشير إلى أن كثير من المصممين ينتمون إلى الاتجاهات المثالية المحافظة باعتبارها الاتجاهات المعبرة عن الأطر النظرية الشائعة في مجال الفكر الاجتماعي ، كما تميل إلى مقاومة محاولات تغيير الوضع القائم، ومن ثم يغيب الحوار الفكري الجاد، حيث الانحياز إلى الفكر العربي المحافظ وعدم إتاحة الفرصة أمام الفكر المبدع.

3-2- إشكالية منهجية:

تتمثل في تناول معالجة الأفكار بطريقة سطحية بدءا من اختيار موضوعات تقليدية ومرورا بمدخل منهجية للتصميم غير واقعية ولا تتفق مع طبيعة المشكلات التي يعانيتها المجتمع².

فالحقيقة أننا نحتاج لوعى جديد ينبع من الموروث الحضارى فالتعلم من الآخرين يجب أن ينفصل تمامًا عن تقليدهم.

فجد ان الكثير من المنتجات ذات صفة الانتشار يكون لها بالغ التأثير على المتلقى وخاصة مايرتبط بعالم الموضة مثل الحلى والذي يكون له بالغ الأثر في ثقافة المجتمع سواء بالسلب أو الايجاب ، ومثال على ذلك ظهر منذ فترة في العالم العربي موضة ارتداء انسيالات تحمل اللون الأحمر تقليدًا لمشاهير الدول الغربية دون الوعى الكامل بحقيقة هذه الموضة ،فالباحث حول أصل هذه الموضة وجد أنها تعبر عن مذهب يهودى يسمى كابالا Kabbalah فكثيرا ما رأيت مشاهير الفن والرياضة يرتدون خيط أحمر حول المعصم وهذا هو رمزهم الذى يحاولون نشره فى جميع الاوساط شكل رقم (1) ولكنها ظهرت فى العالم العربى فى صورة اشكال مختلفة كما فى شكل رقم (2)



شكل رقم (1)

رمز لمعتنقى طائفة الكابالا اليهودية



شكل رقم (2)

اشكالها التى ظهرت فى العالم العربى

1- أحمد مجدى حجازى 2001: "الثقافة العربية فى زمن العولمة" دار قباء للطباعة والنشر ، القاهرة ، ص64:63

لذا يكون لفكر المصمم تأثير ملموس على ثقافة المجتمع من خلال أعماله ومنتجاته التي تلمس مباشرة أبناء مجتمعه مما يعظم دوره في تأثيره المباشر على مجتمعه ، وخاصة من خلال المنتجات التي لها علاقة مباشرة بالجمهور مثل مجال المصوغات المعدنية (الحلى المعدنية) والتي تتناولها كل المستويات في المجتمع، ولذا يكون لها صفات خاصة وسمات مميزة في تصميمها وإنتاجها مما يلائم وظيفتها وتأثير المصمم المباشر من خلالها في الفكر القومي، وهذا ما يتناوله البحث في إظهار الصفات التصميمية للحلى المعدنية.

ولتأكيد على دور المصمم وتأثيره في المجتمع والتراث الثقافي وتنمية الحلى التراثية يتطلب الأمر من المصمم الربط بين تنمية التراث وتقنيات المعلومات والاتصالات ، "وكماترى نجلاء رزق " أن دور وسائل الاتصال من مواقع الإنترنت، ومواقع التواصل الاجتماعي وطرق الاتصالات الأخرى التي تنتجها هذه التقنيات ليس فقط لدعم الإبداع الصناعات، ولكن أيضا لتحسين نوعية الحياة وتعزيز الكرامة الإنسانية واحترام الذات من خلال التركيز على الجانب الإنساني للتنمية، وإدراج التراث الثقافي في قلب الاقتصاد والمساهمة في التنمية الاقتصادية والتشجيع للمشاريع الصغيرة والشركات المتوسطة الحجم. كما يوفر فرصا لا نهاية لها لحفظ ونشر التراث الثقافي"³.

3-تصميم الحلى:

التصميم هو عملية ابتكارية تهدف إلى استيفاء غرض محدد سواء كان الغرض ماديا يتحقق بوجود منتج له وظائف مادية معنية ، أو كان الغرض معنويا يتعلق بإرضاء حاجات إنسانية انفعالية و تبدأ عملية التصميم في كل الأحوال بوضع تصورات فكرة أساسية يبنى عليها الشكل وكيفية ارتباطه بالغرض.

"ان الافكار الجديدة تعتبر نواة للمنتجات والخدمات التي تقدم للتصميم ،القدرة على توليد الأفكار تعتبر جزء طبيعي من تفكيرنا ويمكن تطويرها للوصول الى الابداع، فالتفكير الابتكاري يرشدنا الى تنمية امكانياتنا لنصبح مبدعين ، ويقدم John Adair المشورة العلمية التي تتعامل مع النقاط الرئيسية التالية:

- فهم العملية الإبداعية
- استمع وانظر واقرأ عن الابداع
- تنمية التفكير الواعي"⁴

ولأن الفكرة في عمومها لانتشأ بدون اعتبارات سواء فيما يتعلق بالأغراض الفكرية والفنية والجمالية أو العوامل التقنية الخاصة بتحويل الفكرة من التصور إلى الوجود الواقعي أو فيما يتعلق بجوانب الاستخدام ، فإن انتهاء عملية التصميم تستلزم عملية تقييم لتوافر الاعتبارات في التصميم فهي التي تساعد على التصور المسبق والهادف لوجود المنتج وتبدأ وتستمر عملية التقييم من بزوغ الفكرة وحتى الانتهاء إلى المنتج وهي في مجملها تتكون من الأركان الأساسية التالية :

- 1_ تكوين الفكرة العامة وتحويلها إلى شكل له كيفية ومواءمة يتحقق منها الغرض.
- 2_ الارتباطات الثقافية والفنية والوجدانية والحضارية والقيم وعلاقتها بالشكل .
- 3_ الارتباطات التقنية وكيفية الانتاج وعلاقة التقنية بالشكل .
- 4_ الارتباطات الاستخدامية و التصنيف وعلاقتها بالشكل.

"وواضح من الأركان أن الشكل هو المغزى الرئيسى في التصميم و أن كل العوامل تعمل من أجل الشكل ، غير أن تحليل هذه الأركان يكشف عن العوامل المؤثرة في التصميم وهي:

اولا:العوامل الاجتماعية والقيم وتأثيرها على نشاط المصمم .

ثانيا: عوامل فنية وتشكيلية وعلاقتها بصياغة المنتج .

ثالثا: عوامل فكرية ودورها في الابتكار.

رابعا: عوامل رمزية لتحقيق الدلالة.

خامسا:عوامل مرتبطة بالإنسان (عوامل أرجنومية) وكيفية الاستخدام.

سادسا:عوامل التقنية والانتاج وأثرها على الشكل.

ومن الرؤية لهذه العوامل يتضح أهميتها وتأثيرها على عملية التصميم لأخراج تصميم متكامل فيه القيم الأخلاقية مع قيم الشكل والانتاج.

تصميم الحلى المعدنية تعتمد في إخراجها على معطيات الفن والتقنية معا، لا ينفصل أي منهما عن الآخر، ويكون الشكل قرين تقنيته وقيم التعبير المتمثلة في الرمزية.

ولذلك يكون الشكل في تصميم الحلى مهيئا لترجمة الموضوع، فمن الناحية البصرية تبدو المعاني والدلالات تربط بين عناصر لها أشكالها ومظاهرها الفيزيائية والتي يمكن أن تحقق وجود إدراك إلى الحوار الانفعالي ومن هنا تحقق الحلى وظيفتها.

وإذا كان لفنان التصوير والنحت حرية التعبير الرمزي فإن لمصمم الحلى مجموعة من الاعتبارات تجعله يتعامل مع مجموعة من الإشكالات والمشاكل التي تبدأ بفرضية تحقيق التعبير عن الموضوع بتمثيل وافي وموجز ، ربما يؤدي ذلك إلى فرض وجود رمز مجازي يعبر عن الشكل في التصميم مع تيسير وصول المعنى للمتلقي، أي أن تحول الأشكال إلى غاية معنوية ومن هنا تكون المشكلة الأولى في تصميم الحلى وهي قدرة المصمم على الترميز المستمد من التراث.

³ Fekri Hassan& Mohsen Youssef 2008:" Cultural Heritage and Development in the Arab World" Dar El-Kuttub Depository No 22932, The Bibliotheca Alexandrina. All Rights Reserved,Egypt.p.6.

⁴ John Adair,2007:"The Art of Creative Thinking:"How to Be Innovative and Develop Great Ideas,Kogan"

والترميز عملية ذهنية تتحول إلى أداء تجريدي أو تحويل المدركات الحسية والأفكار الذهنية إلى مفردات شكلية تعبر بمفردها أو بعلاقتها مع غيرها عن دلالات رمزية.

ومصمم الحلي هنا يكون في حالة الفنان الرمزي الذي يعتمد على عقل تحليلي وتركيبية وله قدرة التنوير التي ترد العلاقة بين العناصر إلى مشاعر بالإنابة، فالحقيقة تفر أن غياب الشكل لا يتساوى مطلقاً مع وجوده، فيتواجد حقيقة لشكل تتواجد مجموعة من الكيفيات المادية لها صفاتها المقرونة بالأفعال التي هيأتها، والانفعالات التي سبقت صياغته، وهذا الفعل وهذا الانفعال تمثلها طاقة مودعة في الشكل هذه الطاقة هي المحققة للغاية الرمزية، وإذا كانت التكوينات الفنية تعتمد على تبايناتها وتعدد العناصر البصرية لتحقيق المعنى أو الدلالة فإن تصميم الحلي يتطلب حد أقصى أو أدنى لعدد العناصر الداخلة في تكوين الرمز بما لا يرهق الباصرة أو يشتت البصيرة مما يتلائم مع قيم المجتمع وثرائه من خلال تصميم الحلي.

الواقع يفيد أن "خير الكلام ما قل ودل" وهذه المقولة المقابلة لمقومات تصميم الحلي، هو ما التزمته الفنون القديمة والمتحضرة في التعبيرات الرمزية من خلال تصميم منتجاتها، فقد أوضحت أشكال الرموز المستخدمة في الحلي ببساطة التكوين مع المحافظة على إقتصاد وصول المعنى، بإشارة أو علامة مباشرة ولو أدى ذلك إلى عدم منطقية البناء فالمستهدف تطبيع العلاقة بين عناصر التكوين وفاء للمعنى وبما يتناسب مع الهوية القومية، "ولا يقف تصميم الحلي عند هذا الحد إذ لابد أن ينتهي بإخراج نموذج يحتوي ما سبق ومرتبطة بمجموعة ضوابط تكنولوجية وإعتبارات استخدامه، ويتلخص النشاط التصميمي في مجال الحلي في ثلاث أنشطة رئيسية هي:

2- التكوين Formation

1- الترميز Sumbolization

3 - الإخراج "Production"⁵

1- الرمز في تصميم الحلي (حلي الترميز) :-

البناء الرمزي في التصميم - والذي يستمد من العناصر الرمزية للتراث - يعتمد على تكوين مركب من عناصر تشكيلية مختلفة الدلالات لكنها في تكوينها المترابط تكون رمز متكامل محصلاً قد تنتهي فيه خصائص العنصر الرمزي .

وتكوين الرمز على هذا النحو يتم بالعلاقة بين عنصرين تشكيلين وأكثر، ومع اختلاف المعالجة التشكيلية يمكن الحصول على الشكل (المبني) والذي قد يستمر بذاته فيما بعد رمزاً يعطي معالم إتفاقية تستقر في أذهان الناس بدلالة معينة إما أن تكون علاقة أو إشارة أو كتابة تشكيلية، ومن هنا يتحول التفاعل مع الشكل إلى (المعنى)، وقد يكون المعنى هو المقر بتحويل الشكل إلى رمز يدركه كل الناس .

وبذلك تكون فلسفة تصميم الحلي قائمة على أن الشكل في مجمله محصلة تعبير رمزي لمجموعة التشكيل المبني والمعنى ولأن الفن جانبا أحدهما غامض والآخر واضح فالجانب الغامض يتعلق بعملية الإفرار الانفعالي، حيث يضع المصمم تصميمًا يترجمه لخطوط ومساحات وفراغات وأحجام وألوان وملامس مختلفة متقاربة ومتباينة، وهذه الترجمة التشكيلية تعبر عن ما في داخل الفنان من مشاعر تتحول من صياغتها البنائية إلى الصيغ التعبيرية .

"فالتعبير الفني لموضوع ما إنما يعكس معاشية الفنان للموضوع مضافاً إلى ذلك شخصيته" التي هي إطاره المرجعي الذي كونه ممارسته وتأثير البيئة المحيطة عليه، سواء كانت بيئة تعلم أو بيئة تفاعل .

ويختلف الشكل في تصميم الحلي حسبما تقرضه ظروف التصميم ومتطلباته، وبذلك يكون الشكل في تصميم الحلي يشارك الفنون التشكيلية عامة ولكن بخصوصية تتدخل فيها إعتبارات الإيجاز المعبر عن تشكيل للقيم المعنوية لوقائع حقيقية مرتبطة بالمجتمع من خلال واقع مادي يتعلق بنظرية التصميم مقابل التقنية، حيث تكون لنتائج أساليب التقنية آثارها على الشكل، ويضاف إلى ذلك جلاله الوظيفة للحلي المعدنية .

الرمز والعلامة :

لكل من الرمز والعلامة سمات خاصة تميز كلاً منهما، ولكن كثيراً ما يتم الخلط بينهما، فغالباً ما يتعرض البعض إلى أن الفرق بينهما يتحدد بأن الرمز يشير إلى أفكار مجردة بينما تشير العلامة إلى أشياء معلومة ومدركة مباشرة، أي أنها إشارة للأشياء التي ترتبط بها معارفنا، ويمكن فهمها بسهولة لوضوحها، أما الرمز فهو بسيط يتم به نقل الفكرة التي يرمي إليها بصورة تجريدية، وبذلك فالمدلول عليه بعلامة أبسط كثيراً عن المدلول عليه بالرمز .

وكما ذكر في معجم مصطلحات الأدب (أن الرمز هو كل ما يحل محل شيء آخر في الدلالة عليه وذلك بالإيحاء أو بوجود علاقة متعارف عليها).

وقد اتفق علماء اللغة على التمييز بين الرمز والإشارة (العلامة) فالرمز عندهم يتميز باستخدامه في أغراض مختلفة، كما أن الرمز يشمل كل أنواع المجاز المرسل والتشبيه والاستعارة بما لها من علاقات دلالية معقدة بين الأشياء، أما الإشارة (العلامة) فليس لها سوي دلالة واحدة، ترتبط بالمكان أو الموقف ويجمع على دلالتها كل المجتمع .

وتنقسم الرموز إلى شقين هما الرموز العامة والرموز الخاصة :

ومن حيث الرموز العامة والرموز الخاصة، يتعين بالضرورة التمييز بين العام والخاص في مجال الرمزية أو ما هو جماعي وما هو فردي .

"فالرموز العامة هي التي تميز المجال المجتمعي وترتبط بالقوي والعوامل الاجتماعية السائدة في المجتمع، فالمجتمع هو الذي يوفر الأساس الثقافي الذي تقوم عليه كل مظاهر السلوك الرمزي، أما الرموز الخاصة فهي الرموز والأشكال الرمزية لدى الفرد، مثل دراسة بعض الظواهر الفردية الخاصة التي تقتصر على الشخص وحده، قد تتعلق بنظريته الذاتية إلى الوسط المحيط به أو بتصوره الخاص عن العالم"⁶.

⁵ عبد العال محمد عبد العال "الاتجاه القومي في تصميم نماذج الحلي المعدنية المصرية بين الذاتية والموضوعية" بحث منشور، مؤتمر الاسكندرية، ص 8، 9 .

⁶ انظر أحمد أبو زيد 2009: "الرمز والأسطورة" عالم الفكر، المجلد السادس عشر، العدد الثالث، القاهرة.

ومع وجود هذا التصنيف للرموز ، توجد علاقة بين الرموز العامة والرموز الخاصة بالتأثير متبادل بينهما وكما يقول د/ صبري منصور في مقاله عن الرمزية في الفن الحديث وذلك في مجال الفن والابداع .

" الرموز العامة لا تمنع من أن تكون للفنان رموزه الخاصة به والتي لا يدرك مراميتها ودلالاتها سواء ، فالرمزية كمدرسة فنية لم تستخدم الرمز بالمعنى الشائع والمعتاد ، فهو ليس عندها وسيلة لتفسير أي شيء محدد ، وإنما هو وسيلة للتعبير عن حالة وجدانية والرمزيون حيث يستخدمون ألوانهم وأدواتهم الفنية إنما يهدفون إلى خلق حالة شعورية لما تنبئه في وجدان المتلقي قصيدة من الشعر أو قطعة من الموسيقى ، أن الرمزيون لا يجدون مشاهد الطبيعة ولا تفاصيلها ، ولكن عالمهم مستمد من الخيال واللاوعي"⁷.

وهذا يعني أن فنان (مصمم) الحلبي لديه رموزه الخاصة التي يستخدمها في تحقيق رؤية خاصة به يظهر عليها طابع المصمم الخاص ومع ذلك فلا تكون هذه الرموز خاصة بمعنى الكلمة وإلا عجز المتلقي عن إدراكها فيفقد العمل الفني تأثيره على المتلقي ، ولذلك فعلى الرغم من خصوصية الرؤية والرموز لدى المصمم إلا أنها تصبح في النهاية معبرة عن تقاليد وثقافة مجتمعه وقادرة على الوصول للمتلقى ويتقبلها مما يجعلها نوعاً من الرموز العامة .

ومن دون شك أن الناس يلجأون دائماً إلى البحث عن الرمزية في الأعمال الفنية ، وما دام معظم الناس غير قادرين على إدراك معاني العلاقات الشكلية الخاصة بهم دائماً يبحثون عن بعض المعاني التي يربطونها بقيم الحياة الفعلية ، ويأملون دائماً أن يترجموا العمل الفني إلى معان فكرية بالفنونها

فالصورة الرمزية وهي تعبر عن كيفية تعميق الفكرة وتعطي الشكل مدلول ومعزى ، والتصميم الرمزي للحلبي لا يعتمد على الاستجابة العاطفية بقدر ما يعتمد على التذكر والابحار ومن هنا يكون اختيار الأشكال الأقرب إلى الذاكرة هي المنشطة لفهم المدلول وتمدنا نظرية التحليل النفسي لفرويد ويونج بما يفيد أن الفنان الموهوب هو من تمتع بالقدرة على إبراز رموزاً من عقله الباطن يفهمها الآخرون .

ومن هنا استطاعت الرمزية أن توسع وتعمق من أبعاد ومفاهيم التصميم المعتمد على الرمزية في محاولة لاختراق ما وراء الواقع ، كعمق تنفذ إليه فتتكشف للمتلقى رؤى جديدة تثير مفاهيمه وأفكاره ، فتزداد مداركه وتجعله يتجاوز ينظره السطحية لتصميم الحلبي المتداولة إلى العمق لهذا العمل ، مما يؤكد أهمية دور مصمم الحلبي في التأثير المباشر على مستخدميها من خلال تصميمه ، مساهماً بذلك في بناء ثقافة المجتمع.

ثانياً- التكوين :

تضفي عناصر التكوين قيمة ذاتية للتصميم معبرة عن فكر المصمم تجاه موضوع معين ، فاستخدام عناصر التكوين وإيجاد علاقة ترابط بينها ، يثير في النفس النزعة الجمالية تجاه العمل الفني ويعتمد بناء الشكل في تصميم الحلبي كمجال إبداعي كأساس بكل قيمه التشكيلية على إيجاد منظومة تأسيسية للعلاقات فيما بين العناصر الشكلية والعناصر المظهرية (لون – ملمس – شفافية) وإذا أهمل أي من هذين العنصرين وتم تناولها بعشوائية فإن ذلك يؤثر سلباً على كفاءة الشكل الناتج في تصميم الحلبي لذلك فإن بناء الشكل هنا يعتمد على الإلمام بالجوانب الانشائية والعلاقات المظهرية والتألف بين الإدراكات والمدرجات كمتطلب جمالي لأحداث جاذبية تجاه الشكل ومن ثم يمكن طرح أدبيات الموضوع طرْحاً يؤكد المضمون ويعبر عن خصائص المجتمع .

والحلبي كمنتج فني واسع الانتشار بين الجماهير ، حيث يتم تداولها بين جميع مستويات المجتمع ذات الثقافة المتباينة ، مما يفرض على المصمم أن يأخذ بمبدأ البساطة في الشكل مع تعبيره الرمزي الواضح الذي يسهل قراءته .

"والبساطة كقيمة مرغوبة في الحلبي تجعل بناء الشكل قائم على وجود أقل عدد ممكن من المكونات ببساطة العلاقات وبما يؤدي إلى تمثيل الموضوع دون تفصيل ، والتجريد النسبي هو متجه الفنان لتبسيط عرض المكونات وخفض تفاصيلها وتسهيل تعالقاتها"⁸.

"ومهارة تبسيط التعالق بين المكونات تعتمد على الحس الهندسي في البناء التشكيلي الذي يكفل تركيز الرؤية فالتكوين الجيد هو الذي لا يشتت العين من خلال عدم الاستقرار لبعض مكوناته أو من خلال نقص التوازن فيه ، ويشير راسكن (إلى أن هناك العديد من أنواع التكوينات التي يمكن أن يعتمد عليها الفنان أثناء عمله وهذه الأنواع هي في الواقع مبادئ أو قوانين للتكوين وبنائيات أشكال الحلبي ترتبط هندسياً بمساحتها المنتظمة التي غالباً ما تكون دائرية أو مضلعة أو منتظمة⁹ ، وتتنوع تقسيمات بناء الشكل في العمل الفني ومنها :

- 1- التمحور حول عنصر رئيسي تتعالق معه بقية العناصر لإثارة الذهن تجاه الموضوع .
- 2- التوزيع المتتالي لوضع المكونات لأحداث تتابع بصري ينظم قراءة الشكل .
- 3- الازدواج المتبادل لتنظيم العناصر حول مركز هندسي لتعنين الشكل بفكرة ذهنية .
- 4- التوزيع حول نقطة مركزية هندسية أو نقطة تركيز الرؤية وتوجيهها .
- 5- التماثل والتناظر بالتقاطر رأسياً أو أفقياً لأحداث الشعور بالتوازن وتحديد وضع الرؤية
- 6- التوزيع حسب المجال الهندسية في موازاة المحيط الخارجي للاستفادة من السرد داخل المساحة
- 7- التوزيع الانتشاري دون تقسيم وتفرض ذلك حرية التعبير"¹⁰.

وقد تم إنتاج العديد من الحلبي التي ترتبط موضوعاتها بأحداث تذكرية متنوعة احتفالاً وتخليداً لهذه الأحداث ، فعند حدوث ثورة 25 يناير تسابق الجميع لصياغة حلبي تعبر عن الثورة وتعزيز للانتماء للبلد الأم مصر فاستخدم الفنان رموز من بيئة المجتمع المصري فصاغ دبوس صدر مستخدماً علم مصر رمز الدولة شكل رقم(3) ، ودلائل تحمل علم مصر وكتابات عربية مثل (مصرية وافتخر – مصرية – حرية ...) لتعزز فكرة الانتماء للوطن.

⁷ انظر أحمد أبو زيد 2009: "الرمز والأسطورة" عالم الفكر ، المجلد السادس عشر ، العدد الثالث ، القاهرة.

⁸ عبد العال محمد عبد العال 1991: "الاتجاه القومي في تصميم نماذج الحلبي المعدنية المصرية بين الذاتية والموضوعية" بحث منشور ، مؤتمر الاسكندرية ، ص 10.

⁹ John Adair, 2007: "The Art of Creative Thinking: "How to Be Innovative and Develop Great Ideas, Kogan"

¹⁰ المرجع السابق ، ص 10 و 11 .



شكل رقم (3)

ثالثاً-الإخراج :

" الانتاج المعدني بصفة عامة هو تغير في شكل وابعاد الخامات المعدنية الى الشكل المطلوب ، بحيث يتطابق مع الابعاد المطلوبة للتصميم"¹¹ ، ولإخراج المنتج بصورته المثالي ، يتطلب التطوير في الأسلوب الصناعي حتي يتماشى مع التكنولوجيا الحديثة وتطبيق النظريات العلمية في جميع مراحل الانتاج علي اساس من المعرفة بكل التقنيات الآلية اللازمة لإخراج المنتجات المعدنية عامة وإخراج الحلي بصفة خاصة ، بأسلوب الانتاج الكمي لما للحلي من طبيعة فنية واستخدامية .

وباعتبار الحلي مصنف فني تطبيقي له متطلبات الفنون التطبيقية لما لها من صفة الانتشار بين الجماهير لفترات طويلة مما يتطلب توافر جماليات الشكل والمواءمة الاستخدامية وجودة الانتاج وخفض التكاليف والتي تعتبر من أهم العوامل المؤثرة في تصميم وإخراج الحلي .

واخراج نماذج الحلي يتطلب الالمام الكامل بالمهارات اليدوية والتقنيات الآلية لما تتطلبه مراحل تنفيذ الحلي ، وتؤدي عمليات التشغيل أو التشكيل بالطرق اليدوية ، إلي الاعتماد على مهارات وخبرات خاصة ، فالاداء البشرى هو العامل الاساسي فيه ، بجانب مهارة استخدام الأدوات والعدد ، والتي يتم تشغيلها يدوياً .

أما الأداء الآلي تستخدم فيه الماكينة لاجراء عمليات التشكيل وتكون الطاقة المحركة آلية باستخدام معدات وماكينات تدار بالمحركات .

تصميمات مستوحاة من التراث المصري:

إن مصر بموقعها الجغرافي المتميز تجمع بين العديد من أشكال التراث المختلفة والتي تحمل كلا منها صفات وخصائص تميزها عن غيرها فمنها التراث الفرعوني بكل ما يحمله من أصالة وحضارة والتراث الاسلامي المعبر عن انتماءها العربي والتراث القبطي الحضاري المتميز والتراث النوبي لانتمائها الافريقي والسنواي لانتماءها لقارة اسيا والسيوى للصحراء الغربية ، والتراث الشعبي المعبر عن عمق وأصالة المجتمع.

لذا نجد ان التراث المصري غنى بالتنوع والمتميز لكل تراث ، فمن خلال ذاتنا الحضارية والتراثية لا نصل فقط للهوية التي تعبر عنا بل نصل للحياة التي ننشدها ونحدد في المستقبل المكان المتميز والملائم لنا في ظل المنافسة العالمية فالتميز يؤدي إلى المنافسة

التصميم الأول:

للفن الإسلامي سماته الخاصة، الناتجة من التاريخ الثقافي وطبيعة التكوين الفكري لدى المسلمين الأوائل المرتبطة بخصائص الدين الإسلامي ، فنجد أن المسلمون برعوا في استعمال الخطوط الهندسية، وصياغتها في أشكال فنية رائعة ، فظهرت المضلعات المختلفة ، والأشكال النجمية ، والدوائر المتداخلة، وقد زينت هذه الزخرفة المباني وظهرت في العديد من منتجاتهم ، كما كان يهدف الفنان إلى استخدام الرمزية في عناصره وأعماله الفنية، فكان يقلب الفكرة إلى إشارة ويقلب الواقع إلى رمز كلي ، وشكل رقم(4أ،ب) يمثل تصميم لدلاية مستوحاة من الاشكال الهندسية الاسلامية.

¹¹ارنست كاسيرر : " فلسفة حضارة الانسان " ترجمة احسان عباس ، دار الاندلس ، بيروت ص 3.



شكل رقم (4ب)



شكل رقم (4أ)

شكل رقم (4)

تصميم هندسي مستوحى من التراث الاسلامي

من أعمال الباحث

التصميم الثاني:

الفنون الشعبية هي تلك الفنون النابعة من المجتمع والتي تنتمي جيل بعد جيل تزداد معها اصالة هذه الفنون، والتي تحمل في طياتها معاني تثير الخيال وتملك الحواس. ويرتبط الموروث الشعبي في مضمونه بالمجتمع وذلك لارتباطه بالبيئة ارتباطاً وثيقاً، فهو يعتمد على تطويع الخامات والوسائط المادية مع إعادة صياغة المدرك البصري لعناصر البيئة في خلق الأشكال المجردة إلى جانب اعتماده على المهارة والخبرة المتوارثة النامية

وعموماً فالفنون الشعبية تسعى إلى البحث عن جوهر الأشياء والتعبير عنها في أشكال موجزة تحمل في طياتها الخبرات التشكيلية والفنية التي مر بها الفنانون والتي أثارت وجدانهم في التجريد ، وفي هذا التصميم شكل رقم (5) استخدم المصمم العناصر الهندسية النابعة من الرموز الشعبية مع الاستعانة بالأحجار ذات ألوان زاهية التي تناسب الموروث الشعبي.



شكل رقم (5)

تصميم مستوحى من الفن الشعبي

من أعمال الباحث

نتائج البحث: توصل البحث إلى النتائج التالية:

- 1- إن التراث الثقافي والحضاري يعد من مقومات التصميمات المعاصرة ذات السمة القومية
- 2- إن قيام المصمم بالربط بين القيم الفنية والرمزية لتراثه القومي في تصميمات الحلى تتسم بالحدائق يؤدي إلى المنافسة في هذا المجال.
- 3- إن الموروث الثقافي والحضاري يتسم بالمرونة عند احياؤه في صورة تصميمات حلى معاصرة

التوصيات:

يوصى البحث بالاتي:

1. ضرورة الأخذ بآليات الإبداع الفني عند تصميم الحلي والتي تستمد مقوماتها من روح التراث، للوصول إلى طابع حضاري معبر عن الشخصية المصرية ويؤكد على هويتنا التراثية.

المراجع:

- 1- أحمد أبو زيد 2009: "الرمز والاسطورة " عالم الفكر ، المجلد السادس عشر ، العدد الثالث ، القاهرة.
- 2- أحمد مجدى حجازى 2001: "الثقافة العربية في زمن العولمة " دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة.
- 3- ارنست كاسيرر : " فلسفة حضارة الانسان " ترجمة احسان عباس ، دار الاندلس ، بيروت
- 4- رفيق حبيب 2003: " إحياء التقاليد العربية " دار الشروق ، مكتبة الأسرة ، القاهرة ،
- 5- عبد العال محمد عبد العال 1991: " الاتجاه القومي في تصميم نماذج الحلي المعدنية المصرية بين الذاتية والموضوعية " بحث منشور ، مؤتمر الاسكندرية.
- 6- نجم الدين الدرعي 2013: " الفن التشكيلي المعاصر وسؤال الذات والهوية " الحوار المتمدن-العدد 4031 – مارس المحور :الادب والفن.
- 7- رحيم هادي الشمخي 2013: " وعي الهوية في الفنون التشكيلية العربية "مقالة ، يناير.
- 8- مها سلطان 2012: "الهويات الإبداعية والتاريخية في التشكيل العربي المعاصر "العدد 4526, اكتوبر.

REFERENCES

- [1] Fekri Hassan& Mohsen Youssef 2008:" Cultural Heritage and Development in the Arab World" Dar El-Kuttub Depository No 22932, The Bibliotheca Alexandrina. All Rights Reserved,Egypt.
- [2] Maria Rosa Menocal,2003:"The Ornament of the World: How Muslims,Jews and Christians Created a Culture of Tolerance in Medieval Spain",Back Bay Books.
- [3] Joemuscat Date,2009:International Handbook of Research in Arts Education",Springer.
- [4] John Adair,2007:"The Art of Creative Thinking:"How to Be Innovative and Develop Great Ideas, Kogan".

Etude sur le développement et l'efficacité de « la formation en cours d'emploi » au sein de l'entreprise marocaine : Cas du secteur BTP au Maroc

[Study on the development and effectiveness of « on-the-job training » within the Moroccan company: Case of construction sector in Morocco]

Dikra El Maguiri

Enseignante chercheure, Département Economie & Gestion- FSJES Ain Sebaa, Université Hassan II - Casablanca, Maroc

Copyright © 2016 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 training within the Moroccan company still faces the challenge to reach a real added value and demonstrate that the costs incurred are investments directly related to performance. Quantitative classic indicators should be enriched by other more qualitative informing on the adequacy of training in relation to actual needs and the company's need. Quantitative and / or qualitative, to address these issues, we discussed the framework of theoretical analysis and the regulatory framework for the practice of training on the job in Morocco. Then we conducted a survey of a sample of public construction sector first, in order to know the level of development of training and modalities within these companies and assess the effectiveness across modes evaluation of training used by their managers.

KEYWORDS: current-job training (OJT), Continuing Professional Development (CPD), evaluation Effectiveness & efficiency, OFPPT, GIAC, CSF.

RÉSUMÉ: La formation au sein de l'entreprise marocaine doit toujours relever le défi de dégager une valeur ajoutée réelle et démontrer que les coûts supportés sont des investissements ayant un lien direct avec la performance. Les indicateurs classiques quantitatifs, doivent être enrichis par d'autres plutôt qualitatifs, informant sur la pertinence de la formation par rapport aux besoins réels et nécessaires de l'entreprise. Quantitatif et/ou qualitatif, pour traiter de ces différentes questions, nous avons abordé le cadre d'analyse théorique et le cadre réglementaire de la pratique de la formation en cours d'emploi au Maroc. Ensuite, nous avons mené une enquête auprès d'un échantillon d'entreprises du secteur BTP en premier, afin de connaître le niveau de développement de la formation et de ses modalités au sein de ces entreprises et apprécier l'efficacité à travers les modes d'évaluation de la formation utilisés par leurs managers.

MOTS-CLEFS: Formation en cours d'emploi (FCE), Formation professionnelle continue (FPC), Evaluation, Efficacité & efficience, OFPPT, GIAC, CSF.

1 INTRODUCTION

Les différents constats et études soulevés et menées ces dernières années sur le sujet de la formation professionnelle continue FPC ou encore la formation en cours d'emploi FCE¹, au Maroc affirment qu'il s'agit d'une fonction trop souvent négligée par les entreprises marocaines. Certaines y voient une charge sociale supplémentaire, d'autres un

¹ Nous utilisons formation professionnelle continue FPC et formation en cours d'emploi FCE comme des synonymes dans le cadre de cet article.

outil de gestion du personnel et rares sont celles qui y voient un outil de développement. Ceci implique une vision restrictive de la contribution à la performance que peut ramener la formation à l'entreprise par rapport aux dégâts de la non qualité qui peuvent être causés par la non formation du personnel.

Or, selon la littérature développée par les différents experts et chercheurs sur le sujet, la formation est un investissement consenti en fonction des résultats qu'on attend à terme. Il s'agit de dimensionner la formation par rapport aux objectifs que vise l'entreprise et c'est à partir des résultats atteints qu'on pourra juger ses effets et sa rentabilité. C'est donc un moyen pour développer les compétences au sein de l'entreprise, qui peut constituer un investissement rentable et générateur de valeur ajoutée.

Par conséquent, la fonction formation est repartie. Certes, la formation continue a été depuis toujours présente dans nos entreprises, mais elle a été dénuée de tout aspect stratégique. Aujourd'hui, les organisations reconnaissent le fait que pour atteindre des niveaux élevés de performance passe non seulement par la formation technique des employés, mais par la formation des gestionnaires.

La présente étude porte ainsi sur les réalités en termes de développement et efficacité de cette fonction au sein de l'entreprise marocaine, du secteur BTP en l'occurrence. Il s'agit d'une enquête² menée auprès d'un échantillon d'entreprises du BTP dont le contexte, la méthodologie et les résultats quantitatifs et qualitatifs seront abordés après avoir présenté une revue de la littérature théorique et du cadre réglementaire de la formation en cours d'emploi au Maroc.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE : CADRE D'ANALYSE ET CADRE REGLEMENTAIRE

2.1 CADRE D'ANALYSE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

La formation professionnelle continue naît d'un besoin organisationnel et suit une démarche formelle visant évidemment l'atteinte d'objectifs précis pour un employé ou une population d'employés. La finalité en est l'amélioration du potentiel des ressources humaines. Nous traitons dans ce qui suit des définitions et des processus de concrétisation qui passent via une ingénierie de formation.

2.1.1 DÉFINITIONS ET PROCESSUS DE LA FORMATION EN COURS D'EMPLOI

Pour évoluer, s'harmoniser à un monde de travail toujours en mouvement, et mener de front développement personnel et activité professionnelle, la formation s'impose comme une évidence. Différentes définitions sont proposées dans la littérature.

2.1.1.1 DÉFINITIONS ET OBJECTIFS

De manière générale, la formation professionnelle continue « FPC » ou bien la formation en cours d'emploi « FCE » peut être définie comme l'ensemble des dispositifs pédagogiques qui permettent aux salariés de s'adapter aux changements et aux modifications de l'organisation du travail inspirés par les évolutions technologiques et économiques, et la favorisation de l'évolution professionnelle. L'efficacité est néanmoins liée au degré de maîtrise du processus de réalisation.

Selon P. Rivard et M. Lauzier³ (2013), la formation constitue un ensemble d'activités planifiées ayant pour but d'influencer le processus d'acquisition des connaissances, des habiletés et des attitudes, et ce, afin d'accroître l'efficacité et l'efficience des individus, des équipes de travail et des organisations. Pour T. Ardouin⁴ (2013), la formation est l'action de se doter de moyens pour permettre l'acquisition de savoirs par une personne ou un groupe, dans une perspective contractuelle, en lien avec un contexte donné en vue d'atteindre un objectif.

² Les résultats que nous présentons dans cette communication concernent 21 questionnaires exploitables que nous avons pu récupérer à cette date sur les 70 que nous avons distribués. Il s'agit en effet d'un état d'avancement sur une enquête plus large qui porte sur un échantillon de 128 entreprises sur la région du grand Casablanca-Maroc.

³ P. Rivard et M. Lauzier, La gestion de la formation et du développement des ressources humaines pour préserver et accroître le capital Compétence de l'organisation. Presse de l'université du Québec, 2^{ème} édition, 2013, p 15.

⁴ T. Ardouin, Ingénierie de formation : Analyser, Concevoir, Réaliser et Évaluer, 4^{ème} édition DUNOD, 2013, p 10.

La formation continue est alors une dimension de l'activité humaine liée au changement. Elle caractérise des phénomènes évolutifs et s'impose aujourd'hui comme une exigence à la fois pour l'employé et pour l'entreprise. Pour un salarié, la formation répond à plusieurs enjeux tels que développer ses compétences, avoir une reconnaissance professionnelle, s'épanouir personnellement, construire une carrière.... Pour l'entreprise, la formation professionnelle est un critère de compétitivité et de performance, de valorisation du capital humain, d'aide à la restructuration, à la flexibilité et à la mobilité, de motivation et de satisfaction des employés. A cet effet, la formation au sein de l'entreprise est un outil pilier de la gestion des ressources humaines, elle permet à l'entreprise de prolonger le développement de ses compétences, c'est à dire améliorer leur capacité à s'améliorer et créer de la valeur.

La progression et le maintien dans l'emploi, la réorientation professionnelle ou l'acquisition et le développement des compétences forment ainsi les principaux résultats attendus de la formation professionnelle. Celle-ci est devenue un sujet d'étude très portant en gestion des ressources humaines, ainsi qu'une fonction centre d'intérêt des responsables des entreprises. Désormais, il ne suffit plus de viser l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité, le véritable enjeu est de viser un développement novateur. Selon A. Hosdey et J. Rogister⁵ (2009), la réussite et la croissance d'une entreprise ne sont pas envisageables si ses salariés sont dépassés techniquement ou les managers appliquent des modes de gestion d'un autre âge. Une entreprise, impliquée par la formation de ses collaborateurs et pas que de ses cadres a plus de chance de mettre sur le marché des produits et des services bien pensés, bien élaborés et bien vendus.

2.1.1.2 PROCESSUS ET INGÉNIERIE DE LA FORMATION

P. Rivard et M. Lauzier (2013)⁶ précisent que la formation met l'accent sur la planification des activités d'apprentissage encadrées par un formateur dans le but d'éliminer un écart de rendement préalablement identifié. Elle s'effectue généralement en mode synchrone et demeure une activité discontinue dans le temps et l'espace. La formation ne pourrait être efficace que si elle est en permanence articulée avec l'organisation du travail. Formation et organisation sont ensemble dans un processus dynamique où le développement des compétences est attaché au développement de l'organisation. Il s'agit de « l'ingénierie de formation » qui s'est ainsi imposée peu à peu comme une nécessité.

En effet, sur le plan organisationnel, la responsabilité du développement du capital « compétence » incite la mise en place d'un cadre de responsabilité, qui positionne les divers acteurs responsables de la formation dans l'entreprise, et précise le rôle de chacun d'entre eux à l'intérieur du processus. Le niveau de structure de la fonction formation peut varier considérablement d'une organisation à l'autre. Sur le plan technique, cette responsabilité sollicite la gestion du processus de la formation qui implique notamment des activités d'analyse, de planification, de conception, de livraison, d'évaluation et de suivi.

Un ensemble de démarches méthodologiques cohérentes qui s'appliquent à la conception de systèmes d'actions et de dispositifs de formation pour atteindre efficacement un objectif fixé, l'ingénierie de formation implique généralement la réalisation des cinq groupes d'activités structurés, ces groupes, ou étapes représentent le processus de l'ingénierie de la formation. En première partie la préparation de la formation qu'est l'identification et l'analyse des besoins, le design du plan de la formation et la conception de la formation, et en deuxième partie la réalisation de la formation qui comportera notamment ; la diffusion et l'évaluation de la formation.

⁵ A. Hosdey et J. Rogister, 2009, Formation en entreprise « Les clés de la réussite », Edi pro, p 78.

⁶ P. Rivard et M. Lauzier, 2013 op cit, p 15.

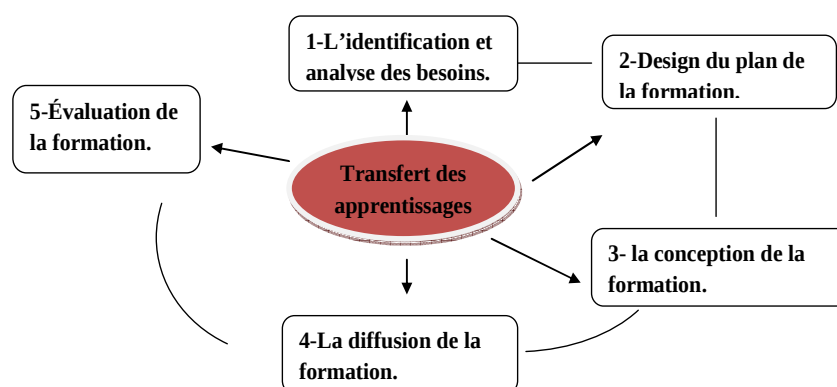


Figure 1 : Le processus de formation⁷

En somme, quelle que soit sa structure, centralisée ou décentralisée, les objectifs et les retombées liés à la mise en place d'un programme de formation sont multiples. Une gestion efficace permettrait l'atteinte des objectifs de valorisation du potentiel des compétences des ressources humaines à même de rendre l'entreprise plus concurrentielle, plus compétitive et plus performante.

2.1.2 L'ÉVALUATION DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

La formation, comme la production, a ses propres paramètres d'efficacité, l'amélioration durable du système formation passe inévitablement par la mesure d'indicateurs qui permettront, de porter jugement sur sa performance et ainsi en améliorer l'efficacité, la mesure de l'efficacité de la formation est un moyen essentiel d'amélioration continue du système de formation.

2.1.2.1 EFFICACITE ET EFFICIENCE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

Selon Legendre (1993), l'efficacité se définit comme le degré de réalisation des objectifs d'un programme ou degré d'atteinte d'un objectif tout en considérant des variables d'efficience et d'impact. L'efficience, étant le rapport entre ce qui est réalisé et les moyens mis en œuvre pour sa réalisation. C'est une comparaison entre le résultat et les ressources mises en œuvre à la poursuite d'un objectif.

Dans le cadre d'évaluation de la formation en cours d'emploi, différentes contributions proposent de décliner l'efficacité des actions de formation à travers deux dimensions complémentaires et hiérarchisées. L'évaluation des **acquis** et de leur transfert, d'une part. D'autre part, au niveau de l'**impact** de la formation sur les résultats de l'entreprise.

- Efficacité en termes des acquis et de leur transfert

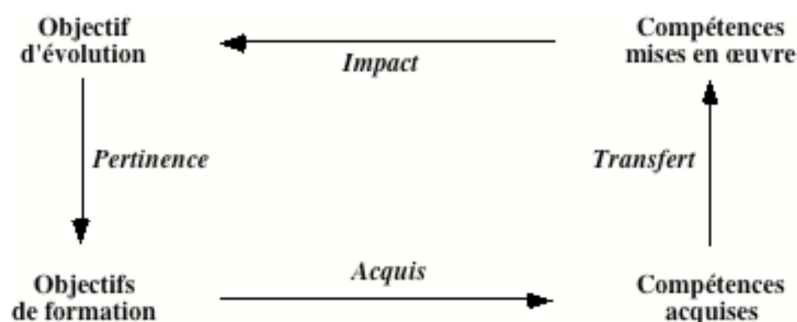
L'efficacité en termes des acquis repose sur la vérification de l'atteinte des objectifs de la formation, on ne peut parler d'efficacité en termes des acquis que lorsque les participants à la formation ont bénéficié pleinement de l'action de formation mise en place. L'efficacité des acquis c'est la réponse à l'objectif de faire évoluer de façon significative les compétences du capital humain de l'entreprise. L'évaluation du transfert des acquis ne peut valablement se réaliser qu'après la formation, lorsque les participants sont revenus sur leur poste de travail. Cette évaluation permet d'observer les participants et de construire une vue globale sur la mise en œuvre des acquis au terrain, c'est à dire de voir s'ils mettent ou non en pratique les acquis de la formation.

⁷P. Rivard et M. Lauzier, 2013, p 25. Op cit.

- Efficacité en termes d'impact sur les résultats de l'entreprise

L'efficacité des actions de formation en termes d'impact sur les résultats de l'entreprise équivaut l'efficience, il importe en effet, de montrer l'impact positif de l'investissement-formation. Cependant, l'évaluation de l'impact sur les résultats de l'entreprise, est toujours une opération délicate⁸. Plusieurs contraintes entravent l'évaluation de l'impact d'une action de formations telles que le manque de clarification des résultats attendus sur le terrain, l'éventualité de multiples impacts afférents à différentes actions...

Selon F-M Gerard (2003), plus vraisemblablement, on peut se trouver dans des situations où l'atteinte d'un résultat est liée par exemple pour 20% à l'évolution normale et pour 80% à l'action de formation. L'auteur présente cet impact comme suit⁹ :



Dans cette perspective, une action de formation est mise en place parce que l'organisation s'est défini, en fonction de ses besoins, un objectif d'évolution c'est-à-dire un objectif qui est traduit en résultats déterminés. C'est l'effet attendu sur le terrain (accroître le chiffre d'affaires, augmenter la qualité du service à la clientèle...). L'action de formation doit alors permettre d'atteindre cet objectif d'évolution. Pour ce faire, il faut déterminer les objectifs de formation qui ne sont autres que les compétences que l'on désire développer ou acquérir et qui devraient permettre l'atteinte de l'objectif d'évolution. La pertinence des objectifs de formation est donc primordiale, les objectifs de formation seront pertinents si, au premier ordre, ils sont ceux qui permettront le mieux d'atteindre l'objectif d'évolution, c'est-à-dire que les compétences soient acquises par les participants. Dans ce sens, l'impact d'une action de formation est intimement lié à la pertinence des objectifs de formation, à l'efficacité pédagogique de la formation et à la qualité du transfert des compétences acquises.

En somme, l'évaluation de l'impact d'une formation n'est envisageable que lorsque l'évaluation des acquis et du transfert est réalisé. L'efficacité dans la formation professionnelle continue en termes d'impact sur les résultats ne se matérialise que lorsque l'objectif en termes d'efficacité et de pertinence au niveau de l'évaluation des acquis et de leur transfert est déterminé. Les responsables formation pourraient éventuellement s'inspirer des modèles d'évaluation que propose la littérature.

2.1.2.2 MODELES D'EVALUATION DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

Il existe, dans le domaine de la formation, une multitude de modèles tels que le CIRO (évaluation du Contexte, évaluation des ressources ou d'Input, évaluations des Réactions, évaluation des résultats ou Output) de Warr Bird et Rackham (1970) ; Le modèle de Beech et Leather (2006) ; évaluer les impacts à « chaud » et à « froid » de Stufflebeam (2001) et le modèle de prise de décision de Kraiger (2002)... mais le modèle le plus utilisé et qui est la source de plusieurs de ces modèles est le modèle de D. Kirkpatrick (1959) et sa version enrichie de J. Philips (1996).

- Le modèle de Donald Kirkpatrick (1959)

Kirkpatrick (1959) propose pour une évaluation complète de la formation en cours d'emploi en distinguant quatre niveaux d'évaluation qui constituent des parties importantes. Les quatre niveaux suivent un enchaînement causal (Un niveau dépendra de la réalisation du niveau précédent (le transfert dépendra de la qualité de l'apprentissage).

⁸ J-Yves Le Louarn, et J. Pottiez, Évaluer pour mieux former. Comment évaluer efficacement ses formations ? Revue Personnel, 2009, page 40.

⁹ F-M Gerard, L'évaluation de l'efficacité d'une formation, Gestion Vol 20, 2003.

- Niveau 1 : La réaction « Le participant est-il satisfait de la formation ? »
- Niveau 2 : Les apprentissages « Qu'est-ce que le participant a appris ? »
- Niveau 3 : Les comportements « le participant applique-t-il ce qu'il a appris ? »
- Niveau 4 : Les résultats « Le participant ou l'entreprise obtiennent-ils de meilleurs résultats en appliquant ce que le formé a appris en formation ? »

Le terme « niveau » souligne la hiérarchie existant entre ces quatre critères d'évaluation, et plus le niveau est élevé, plus il fournit de l'exactitude et l'importance de l'information pour l'entreprise, de plus, il existe selon l'auteur des liens de causalité entre ces niveaux. C'est parce qu'il y aura eu satisfaction qu'il y aura apprentissage; c'est parce qu'il y aura eu apprentissage qu'il y aura changement de comportement; et c'est parce qu'il y aura eu changement de comportement qu'il y aura résultats (mesurable est identifiable) sur l'entreprise. Ce modèle a l'avantage de « synthétiser et simplifier le processus complexe de l'évaluation des formations »¹⁰ et propose une démarche rationnelle et globale. Ce modèle est devenu une norme ou un standard pour la mesure de l'efficacité de la formation. Il se base sur l'illustration et la justification de l'existence du département de formation en démontrant sa contribution aux objectifs de l'entreprise.

- Le modèle de Retour sur Investissement de J. Phillips¹¹ (1997)

Le modèle ROI est présenté par le consultant américain J. Phillips, comme une amélioration du modèle de D. Kirkpatrick et cela, par l'ajout d'un 5ème niveau d'évaluation de la formation en termes de retour sur l'investissement après avoir traité des raisons ou fonctions de l'évaluation¹². Il a permis de répondre à la question de l'efficacité mais aussi celle de l'efficience. Si l'efficacité de la formation se mesure par l'atteinte des objectifs, pédagogiques, de transfert et de résultats opérationnels à travers les 4 niveaux de Kirkpatrick, l'efficience se mesure par l'atteinte d'objectifs de performance (objectifs mesurables en gains) et est réalisée au niveau 5.

Pour J. Phillips (1997), la mise en œuvre d'un programme de formation doit idéalement et concrètement créer une chaîne de conséquences à plusieurs niveaux, en commençant par la satisfaction/action prévue et en terminant par le RCI (Rendement du Capital Investi). Il est également important de mesurer les résultats dans les autres niveaux lorsque les retombées pour l'entreprise et le RCI sont mesurées (niveaux 4 et 5). La chaîne de conséquences doit se manifester au niveau des habiletés, des connaissances et compétences acquises (niveau 2) et appliquées au travail (niveau 3) en vue de créer des conséquences sur les affaires (niveau 4), mais il est généralement très difficile de conclure que les retombées pour l'entreprise sont dû au programme de la formation, lorsque les mesures ne sont pas prises à tous les niveaux. Par ailleurs, un RCI négatif de l'investissement dans le programme de formation devrait permettre à l'évaluation de repérer les anneaux de la chaîne qui ont été rompus [Par exemple; les participants n'ont pas appris (niveau 2) ou ont été incapables d'appliquer les nouvelles connaissances à leur travail (niveau 3)].

Du point de vue de l'entreprise, la valeur de l'information recueillie augmente au fil des déplacements le long de la chaîne de conséquences, du niveau 1 jusqu'au niveau 5. Le modèle de Phillips (ROI) vise à établir le rapport entre la valeur ajoutée de la formation et l'ensemble des coûts qu'elle représente pour l'organisation c'est-à-dire les coûts d'organisation et de logistique, les honoraires du formateur ou le temps rémunéré des participants, de ce fait le concept de ROI correspond à une valeur monétaire calculée en mettant en rapport les coûts de l'intervention de formation et les bénéfices qui en résultent. Le ROI permet ainsi de connaître le bénéfice que rapporte l'investissement dans la formation et il constituerait un outil décisionnel de premier ordre. Le modèle Phillips (1997) se présente comme suit :

¹⁰ D. Gilibert et I. Gillet, Revue des modèles en évaluation de formation: approches conceptuelles individuelles et sociales, Training evaluation models : Individualistic and social approaches, publication de Pratiques Psychologiques 2010.

¹¹ Le modèle d'évaluation provenant des travaux du D. Kirkpatrick (1959) et du J. Phillips (1997) est devenu le mode d'évaluation de la formation et du développement des ressources humaines le plus crédible et le plus pratiqué au monde à cause de sa pertinence en terme de d'efficacité et l'efficience de la formation.

¹² 10 raisons ont été citées par J. Phillips (1997) : Déterminer l'atteinte des objectifs de formation, Identifier les forces et les faiblesses du processus de la formation , Comparer les coûts et les bénéfices d'un programme, Décider qui devrait participer dans les futures actions ou programmes de formation, Tester la clarté et la validité de certains tests, Identifier quels participants ont le mieux réussi le programme, Rappeler aux participants certains contenus du programme jugés importants, Recueillir des données en vue de la mise en marché de futurs programmes, Déterminer si le programme offrait une solution adéquate au besoin identifié dans l'étape de recueil et analyse de besoin, Constituer une base de données en appui à la prise de décision par les gestionnaires.

- Niveau 1 Les réactions, la satisfaction (objectif 1 de la formation : motivation à apprendre)
- Niveau 2 Le perfectionnement au niveau des connaissances (objectif 2 de la formation : apprentissage)
- Niveau 3 Les changements et progrès dans le transfert des acquis (objectif 3 de la formation : transfert d'apprentissage)
- Niveau 4 L'impact organisationnel (résultat, conséquence) directement lié à la formation.
- Niveau 5 Le calcul du ROI : valeur monétaire obtenue en comparant les coûts de la formation et les bénéfices organisationnels qui en résultent.

2.1.3 PROBLEMATIQUE DE LA FORMATION EN COURS D'EMPLOI « FCE » AU MAROC

La formation au sein de l'entreprise marocaine doit toujours relever le défi de dégager une valeur ajoutée réelle et démontrer que les coûts supportés sont des investissements ayant un lien direct avec la performance. Les indicateurs classiques comme *le nombre de jours de formation par salarié, nombre d'entretiens d'appréciation par la hiérarchie...* non encore trop vulgarisés, doivent être enrichis par d'autres informant sur la pertinence de la formation par rapport aux besoins réels, les contenus et les engagements réciproques issus des entretiens, sur la qualité et le nombre de personnes à haut potentiel dont l'entreprise note un besoin nécessaire et sur les talents qui quittent l'entreprise.

On s'interroge ainsi d'abord sur le degré d'intégration et de la maîtrise **quantitative** (indicateurs de suivi de performance) de cette fonction émergente au niveau de l'entreprise marocaine ? Ensuite qu'en est-il de la mesure et suivi des apports **qualitatifs** ?

Un suivi qualitatif permettrait éventuellement de contribuer au développement de la formation en cours d'emploi à travers **la description, l'analyse et l'évaluation des pratiques de formation** qui constituent des processus importants pour la démonstration des effets de ces actions dans les entreprises et de leur perfectionnement permanent.

Quantitatif et/ou qualitatif, pour traiter de ces différentes questions, nous avons tenu à mener **une enquête** (dont le questionnaire a été ficelé en s'appuyant sur l'état des connaissances et des pratiques de la formation en cours d'emploi dans la littérature scientifique internationale) **auprès d'un échantillon d'entreprises** du secteur BTP en premier, afin de décrire les modalités de formation en cours d'emploi (FCE) existantes et analyser les données collectées ; mais aussi, si possible, évaluer la formation à travers son **efficacité** (comment la formation est conçue et donnée ?) et son **efficacé** (ce que les participants ont appris, ses effets sur leur comportement et sur l'entreprise ?).

2.2 CADRE REGLEMENTAIRE ET FINANCIER DE LA FORMATION EN COURS D'EMPLOI « FCE » AU MAROC

Parler de formation continue en entreprise au Maroc conduit inévitablement d'un point de vue organisationnel et financier à parler de l'OFPPT, Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail, dont la mission consiste à « Satisfaire les besoins en qualification des entreprises et contribuer ainsi à l'amélioration de leur compétitivité et favoriser l'insertion des jeunes dans la vie active » ; de la loi de la formation continue et du nouveau code de travail (entré en vigueur en 2004)¹³ marqué par son relatif laconisme sur la question.

La formation professionnelle au Maroc est clairement structurée autour de deux axes, la formation professionnelle initiale et la formation continue. Pour promouvoir la formation continue, des programmes ont été instaurés : les Groupements Interprofessionnels d'Aide au Conseil (GIAC) et les Contrats Spéciaux de Formation (CSF) gérés par l'OFPPT.

Les pouvoirs publics ont en effet, mis en place depuis l'année 1997, et de concert avec les partenaires sociaux, **le mécanisme GIAC** qui vise **l'émergence de la demande des entreprises en formation continue, l'identification et l'expression de leurs besoins en compétences**, en leur apportant une assistance technique et financière dans l'ultime objectif de les encourager à intégrer la formation en tant que vecteur stratégique de leur plan de développement.

De même **Le système des CSF** vise à inciter l'entreprise à intégrer la formation dans son plan de développement en lui accordant une assistance financière pour **la réalisation des actions de formation des ressources humaines**. Pour cela, une

¹³ Le nouveau code du travail. Loi n°65.99 promulguée par le dahir n°1.03.194 du 11 septembre 2003, publiée au Bulletin Officiel n°5210 du 6 mai 2004).

fraction de la taxe de formation professionnelle a été réservée au financement des actions de formation en cours d'emploi. Cette fraction a atteint 30% en 2007¹⁴.

3 MÉTHODOLOGIE ET ÉTUDE EMPIRIQUE

La méthodologie adoptée relève d'une approche quantitative. Le protocole de collecte des données a consisté en l'élaboration d'un questionnaire auprès de la population. Il s'agit d'une enquête¹⁵ dont le dépouillement concerne un échantillon de 21 entreprises dont les données collectées sont exploitables sur les 70 questionnaires distribués à cette date, soit un taux de 30%. Cet échantillon représente les différentes branches d'activités qui relèvent du secteur BTP au Maroc. La région de Casablanca en l'occurrence.

3.1 ELABORATION DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire que nous avons élaboré comporte 17 questions à choix multiples et fermé. Il est composé de deux parties : la première porte sur le développement de la formation en cours d'emploi tandis que la seconde partie est consacrée à l'efficacité de celle-ci. Un volet en début de questionnaire permet de recueillir les caractéristiques d'identité et du profil des entreprises ayant répondu.

3.2 DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE ET DÉPOUILLEMENT

Le mode d'administration adopté a consisté en la remise directe des questionnaires aux responsables des entreprises pour répondre. Pour ce faire, une équipe des étudiants de la licence professionnelle GRH, a été formée dans le domaine et sur les volets du questionnaire.

La durée de réalisation de l'enquête, de remise du questionnaire et collecte de réponses, a été effectuée sur 4 semaines. Le dépouillement des questionnaires a été effectué à l'aide d'un logiciel statistique qui nous a facilité la saisie des réponses, le traitement et l'analyse des résultats de l'enquête grâce aux possibilités de calcul qu'il offre.

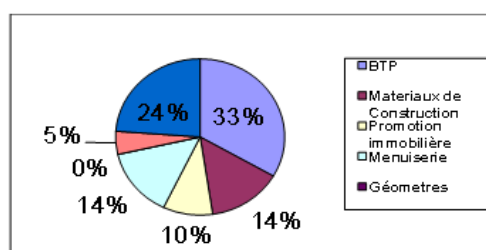
4 RÉSULTATS & DISCUSSION

4.1 3.1 PRÉSENTATION DE L'ANALYSE DESCRIPTIVE

- Branche d'activité

L'échantillon est composé de 21 entreprises appartenant aux diverses branches qui relèvent du secteur BTP.

Branche	nombre
BTP	7
Matériaux de Construction	3
Promotion immobilière	2
Menuiserie	3
Géomètres	0
Bureau d'Etudes	1
AUTRES	5
Total	21



- Taille des entreprises (Effectif)

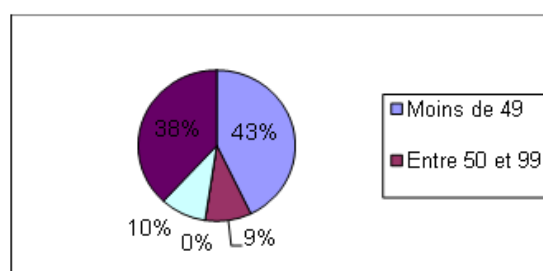
L'échantillon est également composé des entreprises de différentes tailles : petites, moyennes et grandes entreprises.

¹⁴ Investing in People, « Etude nationale, Le Financement de la Formation Professionnelle, Maroc » Août 2010.

¹⁵ Les résultats que nous présentons dans cette communication concernent 21 questionnaires exploitables que nous avons pu récupérer à cette date sur les 70 que nous avons distribués. Il s'agit en effet d'un état d'avancement sur une enquête plus large qui porte sur un échantillon de 128 entreprises sur la région du grand Casablanca-Maroc.

- Existence de structure RH

EFFECTIF	Nombre
Moins de 49	9
Entre 50 et 99	2
Entre 100 et 199	0
Entre 200 et 299	2
Plus de 300	8
	21



52,4% des entreprises étudiées ont une structure RH. Ceci se confirme à 100% dans les grandes entreprises dont l'effectif dépasse 300 employés et à raison, seulement, de 22% dans les petites entreprises dont l'effectif est inférieur à 50 employés.

En somme, bien qu'il s'agisse d'un échantillon qui présente une grande limite de représentativité des entreprises du secteur (Population de 21 entreprises), on peut néanmoins, procéder à une première appréciation globale sur la tendance du secteur en domaine de la formation en cours d'emploi à travers le traitement des données collectées.

4.2 PRÉSENTATION DE L'ANALYSE QUALITATIVE

4.2.1 ANALYSE DES RESULTATS SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA FORMATION EN COURS D'EMPLOI DANS LE SECTEUR BTP

Le premier volet d'analyse des résultats de cette enquête vise à répondre à la question de savoir dans quelle mesure la fonction Formation est présente et développée au sein des entreprises à travers l'appréciation de certains aspects de celle-ci.

- Existence de la fonction Formation

Nous considérons que l'identification de la fonction formation au sein de l'organisation interne de l'entreprise est un premier indicateur qui nous informe sur le développement de la formation en cours d'emploi au sein des entreprises étudiées.

Les résultats de l'enquête confirment ce premier niveau de développement notamment dans les grandes sociétés dans lesquelles on trouve toujours un service dédié à la formation.

- Profil des responsables Formation

Le profil du responsable de Formation au sein des entreprises qui en dispose, est généralement bien qualifié. Il est de haut niveau (plus que Bac +5) à raison de 46,15%, pour 23,08% des cas, celui-ci a un niveau de Bac+5 et enfin dans 30,77 % des cas, un niveau de Bac +4. Le responsable Formation est appelé à jouer un rôle important : celui de gérer les compétences.

- Adhésion au GIAC BTP

De la même manière, nous considérons que l'adhésion au GIAC est un autre indicateur qui reflète le degré de conscience et partant du développement de la formation en cours d'emploi et de sa pratique au sein des entreprises étudiées. Une entreprise qui s'adhère au GIAC, cherche en effet, une assistance technique et financière pour identifier ses besoins en compétences.

Les résultats de l'enquête montrent que 60% des entreprises étudiées sont adhérentes à GIAC BTP¹⁶. Des efforts importants en matière de sensibilisation et d'information sur les services que propose le GIAC BTP restent alors nécessaires. Le GIAC-BTP compte en 2012, 300 adhérents dont 128 relèvent du Grand Casablanca.¹⁷

¹⁶ Les résultats que nous présentons dans cette communication concernent 21 questionnaires exploitables que nous avons pu récupérer à cette date sur les 70 que nous avons distribués. Il s'agit en effet d'un état d'avancement sur une enquête plus large qui porte sur un échantillon de 128 entreprises sur la région du grand Casablanca-Maroc.

¹⁷ Source GIAC-BTP.

- Raisons pour investir en formation du personnel

Nous avons tenu à nous informer sur les raisons qui poussent les entreprises à investir dans la formation pour approfondir le degré et la qualité de la conscience de l'importance de la formation comme un levier à faire jouer pour gagner en performance globale.

Ainsi, plus que 54% des entreprises interrogées ont affirmé que la formation en cours d'emploi est une nécessité pour s'adapter aux changements et améliorer la compétitivité de l'entreprise. 50% des entreprises recourent à la formation pour motiver les employés et 18% reconnaissent aussi être encouragées par la possibilité de financement via GIAC et CSF.

Enfin, peu conscientes de l'enjeu, 22% des entreprises ont évoqué le fait que la formation est une pratique courante/de mode.

- Budget de formation

Seulement 19% des entreprises questionnées ont voulu divulguer les budgets consacrés à la formation aussi bien que l'effectif formé sur les trois dernières années. Il s'agit de celles qui procédant à un minimum du suivi des indicateurs de la fonction formation. On note une proportionnalité entre ces deux variables (montant du budget et effectif formé) mais une variation tantôt à la hausse, tantôt à la baisse d'une année à l'autre.

- Existence de plan de formation

La majorité des entreprises qui pratiquent la formation (82%) déclarent avoir élaboré des plans de formation. Ceci s'explique en partie par l'obligation d'en avoir, prévue dans les procédures de l'OFPPT pour bénéficier du mécanisme de financement des actions de formation CSF (voir ci-dessus). Ceux qui ne le font pas de façon très formalisée procèdent généralement autrement pour les financer.

- Mécanismes de financement de la formation en cours d'emploi

Les mécanismes dédiés par les pouvoirs publics à l'assistance technique et financière sont cités par les interrogées à raison de 27% (GIAC-BTP et CSF). Le constat fait par les professionnels quant au recours faible des entreprises du BTP aux mécanismes de financement de la formation se confirme avec le taux de recours déclaré.

- Thèmes de formation privilégiés

La majorité des entreprises privilégient des thèmes de formation qui permettent de développer les compétences en organisation, les compétences technologiques et en méthodes (Ingénierie).

A notre sens, ces résultats traduisent le caractère encore embryonnaire de la pratique du management par les compétences au sein des entreprises enquêtées. On continue en effet, à viser surtout les compétences techniques et opérationnelles à même d'améliorer directement les résultats de l'entreprise et on néglige les compétences à caractère stratégique.

En somme, on peut avancer que la formation est bien présente comme pratique au sein des entreprises du secteur BTP avec plus que 90,4% qui déclarent former leur personnel. Mais la fonction formation structurée reste une caractéristique des seules grandes entreprises. Celle-ci bien qu'épaulée et poussée via les mécanismes mis en place par l'Etat, se situe encore dans une voie de développement qui requiert toujours plus de conscience et d'investissements pour s'imposer et pouvoir contribuer à la performance comme un levier stratégique des entreprises.

4.2.2 ANALYSE DES RESULTATS SUR L'EFFICACITE DE LA FCE DANS LES ENTREPRISES DU BTP

Nous rappelons que ce deuxième volet d'analyse trouve sa légitimité du fait de l'opérationnalité des mécanismes d'assistance technique et de financement mis en place par l'Etat qui mobilisent des fonds importants à travers les GIAC et le système des CSF. La question est en fait de savoir dans quelle mesure les actions de formation en cours d'emploi lancées et menées ont été efficaces depuis l'identification des besoins jusqu'à l'évaluation des apports de celle-ci, en passant par les méthodes de formation.

- Identification des besoins en formation

En matière d'identification des besoins de formation, 46% des entreprises avancent que c'est le Directeur général qui décide des besoins en formation en collaboration avec le responsable formation lorsqu'il y en a. 37% avancent que c'est une tâche de la direction des ressources humaines.

On note l'absence de l'interpellation des services des cabinets externes qualifiés dans le domaine bien qu'il y a possibilité de financement via le GIAC BTP. Ces derniers connaissent un grand essor actuellement au Maroc et se lancent à fond pour le démarchage des clients potentiels.

- Méthodes de formation

Les entreprises utilisent différentes méthodes de formation. Les résultats montrent que 68% des entreprises se servent de la formation auprès des organismes étrangers, 55% se servent plutôt de la formation en interne et près de 37% qui participent aux différents séminaires et colloques.

- Apport de la formation

Quant à l'apport de la formation au personnel, près de 70% des entreprises avancent que la formation a contribué à améliorer la productivité, motiver le personnel, favoriser la polyvalence de l'équipe et adapter le personnel aux évolutions. Ces résultats semblent cohérents avec la nature des thèmes de formation privilégiés, déclarés par la majorité des entreprises interrogées et confirment le rôle que peut jouer la formation comme levier de performance à différents niveaux.

- L'évaluation des actions de la formation

25% des entreprises ne se sont pas exprimés sur ce point ou ne procèdent pas à l'évaluation des actions de formation. Les autres déclarent procéder à l'évaluation. Ce fait peut être expliqué l'obligation prévue dans les procédures du système CSF d'évaluer à chaud toute action de formation menée et présentée pour remboursement.

Pour ce faire, les interrogées utilisent à raison de plus de 68%, uniquement des questionnaires comme moyen privilégié d'évaluation ce qui témoigne d'un manque de développement de la pratique d'évaluation systématique de la formation à chaud et/ou à froid (Tableaux de bord). Le souci d'efficacité des actions de la formation ne se confirme donc pas. Ceci n'est pas étonnant dans la mesure où cette fonction est toujours en phase d'œuvre pour se forger une place dans la structure et le management des entreprises.

4.2.3 DÉFIS ET ENJEUX DE LA FONCTION FORMATION AU SEIN DES ENTREPRISES BTP

Le dernier volet de l'enquête vise à comprendre et contourner les difficultés et sources de blocage du développement de la fonction Formation au sein des entreprises et de connaître la perception des enjeux de cette fonction et de sa gestion par les managers.

- Les principaux facteurs de blocage pour la pratique du management de la formation

28% ne se sont pas exprimés sur cette question. Pour les autres, plus que la moitié (53%) sont d'accord et tout à fait d'accord que l'insuffisance de budget de fonctionnement est un important facteur de blocage. Elles reconnaissent également les difficultés liées aux autres facteurs dans les proportions suivantes :

- Manque d'appui DG et Manque de clarté des missions et des objectifs de la fonction Formation à raison de plus que 33% des entreprises ;
- Manque de moyens matériels à raison de 28,6% des entreprises ;
- Insuffisance de compétences et Manque d'implication d'encadrement à raison de 26,7% des entreprises.

- Les enjeux de la fonction formation au sein de l'entreprise

Pour les 15 entreprises de l'échantillon ayant répondu à cette question.

- Plus que 93% sont d'accord et tout à fait d'accord que la formation nécessite une évaluation systématique (Indicateurs/tableaux de bord) ;
- 80% d'entre elles sont d'accord et tout à fait d'accord que la fonction formation doit être structurée ;
- 68% sont d'accord et tout à fait d'accord que la formation doit démontrer sa contribution à la performance.
- Plus de 63% considèrent que la formation est un facteur de développement des compétences, de l'employabilité et à même de favoriser la promotion interne.

Il paraît ainsi que la perception de la fonction formation est en général juste et positive. Les sources de blocage aussi bien que les enjeux sont bien identifiés.

L'opérationnalité des systèmes et mécanismes d'assistance technique et financière avec la mobilisation de fonds important rend ainsi la refonte et le repositionnement de la fonction Formation au sein des entreprises nécessaires pour viser beaucoup plus que son développement, l'efficacité de celle-ci à travers la mesure de sa contribution à la performance et aux résultats de l'entreprise.

5 CONCLUSION

Après une brève revue de la littérature, cadre d'analyse de la formation professionnelle continue suivie par une présentation du cadre réglementaire de la formation en cours d'emploi au Maroc, nous avons présenté à travers cet article, une étude qui a porté sur la réalité en termes de développement et efficacité de la fonction « formation » au sein de l'entreprise marocaine, du secteur BTP en l'occurrence. Il s'agit d'une enquête qui a été menée auprès d'un échantillon d'entreprises du BTP. La formation est bien présente comme pratique au sein des entreprises du secteur BTP avec plus que 90,4% qui déclarent former leur personnel. Mais la fonction formation structurée reste une caractéristique des seules grandes entreprises. Celle-ci est toujours en voie de développement et requiert ainsi plus d'efforts et d'investissements pour s'imposer et contribuer à la performance comme tout levier stratégique des entreprises.

Les résultats de l'étude ont également témoigné d'un manque de développement de la pratique d'évaluation systématique de la formation à chaud et/ou à froid (Tableaux de bord) et partant une quasi-absence du suivi de l'efficacité des actions de la formation.

En conclusion, les résultats quantitatifs et qualitatifs ont démontré que bien qu'il y ait des opportunités stratégiques à saisir par les entreprises grâce aux initiatives des pouvoirs publics dans ce cadre (mécanismes GIAC et CSF) et bien que les professionnels reconnaissent que l'environnement turbulent du secteur du BTP ne tolérerait plus pour longtemps des défaillances en qualification et compétences des RH, la fonction Formation se positionne encore comme maillon non stratégique au sein des entreprises. Il y'a donc de quoi se soucier en perspective.

REFERENCES

- [1] P. Rivard et M. Lauzier, La gestion de la formation et du développement des ressources humaines pour préserver et accroître le capital Compétence de l'organisation. Presse de l'université du Québec, 2ème édition, 2013, p 15.
- [2] T. Ardouin, Ingénierie de formation : Analyser, Concevoir, Réaliser et Évaluer, 4^{ème} édition DUNOD, 2013, p 10.
- [3] A. Hosdey et J. Rogister, 2009, Formation en entreprise « Les clés de la réussite », Edi pro, p 78.
- [4] Alavi, M. and Leidner, D. E. (2001). Review: knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. MIS Quarterly 25, 107-136.
- [5] P. Rivard et M. Lauzier, La gestion de la formation et du développement des ressources humaines pour préserver et accroître le capital compétence de l'organisation, , Presse de l'université du Québec, 2ème édition, 2013, page 15.
- [6] J-Yves Le Louarn, et J. Pottiez, Évaluer pour mieux former. Comment évaluer efficacement ses formations ? Revue Personnel, 2009, page 40.
- [7] F-M Gerard, L'évaluation de l'efficacité d'une formation, Gestion Vol 20, 2003.
- [8] D. Gilibert et I. Gillet, Revue des modèles en évaluation de formation: approches conceptuelles individuelles et sociales, Training evaluation models : Individualistic and social approaches, publication de Pratiques Psychologiques 2010.
- [9] Le nouveau code du travail. Loi n°65.99 promulguée par le dahir n°1.03.194 du 11 septembre 2003, publiée au Bulletin Officiel n°5210 du 6 mai 2004).
- [10] Investing in People, « Etude nationale, Le Financement de la Formation Professionnelle, Maroc » Août 2010.
- [11] Manuel des Procédures OFPPT, Janvier 2006.
- [12] Rapport Assemblée Générale FNBTP 2011
- [13] Rapport Assemblée Générale FNBTP 2012
- [14] Documents GIAC BTP 2011/2012
- [15] Finances news hebdo, Septembre 2010.

Etude de la variation de la qualité des fruits de dix clones de clémentinier (*Citrus clementina*) dans la région du Gharb

[Study of the variation of the quality of the fruit of ten clones clementine (*Citrus clementina*) in the region of Gharb]

EL Mustapha ESSALHI^{1,2}, Najat HANDAJI¹, Najiba BRHADDA², Najib GMIRA², Najat ARSALANE¹, Kawtar LABEL^{1,2}, Tarik ADERDOUR^{1,2}, and Hamid BENYAHYA¹

¹BP.257 Institut National de la Recherche Agronomique Kénitra, Morocco

²Université Ibn tofail, Faculté des sciences Kenitra. Laboratoire de Biodiversité et Ressources Naturelles, Morocco

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Objective:* The clementine is highly appreciated by consumers due to the good quality as well as taste Pomological. Morocco is among the major exporters of this crop. Therefore, diversification and variety selection are among the main areas of research of citrus breeding program launched by INRA Morocco. Thus, the objective of this study is the analysis of the variation in fruit quality and production in conjunction with the clementine varieties and under the effect of environmental factors.

Materials and Methods: Ten clementine varieties grafted on troyer citrange, were planted at a density of 6X4 m² at the area of El Menzeh Kenitra. The varietal evaluation was given to the quality criteria for five years of study (2007-2011). Quality includes many physical and chemical components, such as fruit size (average weight), its composition in sugars, acids and juices, the number of seeds per fruit, and maturity stage.

Results: Statistical analysis that there is a highly significant difference between varieties of clementine and between the years of study for variable number of seed per fruit; acidity and sugar content ratio-acidity. The sugar content ranged from 7 to 13.4 with the most sugary clones: Sidi Aisa, Marisol, and Berkane Janvier-1. Furthermore, acidity ranged from 0.47 to 1.51 with a low content for Berkane and Janvier1 clones. Moreover, the average fruit weight fluctuated 45g to 193g with relatively high values in Marisol varieties, George Pourryron, Berkane, and Oroval Janvier-1. Also, the number of seeds per fruit varied from 3 to 8 at George Pourryron Berkane in the clone. The maturity factor (E / A) allowed to classify varieties into three groups; Early (Blackboard, George Pourryron, Oroval, Marisol and Berkane), season (Mac Bean, Sidi Aissa and Wise) and late (Janvier-1 and Janvier- 2).

Conclusion and application of the results: In the ten clones studied is the sweetest GP, which is characterized by a strong acidity is the Janvier-2, the GP is more juicy, the most important ripening rate is in Berkane. For the average weight of a fruit, the clone which has a high average is Berkane, the number of seed is minimal for GP. These results will serve as a basis for improvement of small citrus program.

KEYWORDS: Citrus, Improvement, Quality, Selection, Behavior, Variety.

RESUME: *Objectif:* La clémentine est très appréciée par le consommateur en raison de la bonne qualité aussi bien gustative que pomologique. De même, le Maroc est parmi les grands pays exportateurs de cette culture. De ce fait, la diversification et la sélection variétale sont parmi les principaux axes de recherche du programme d'amélioration génétique des agrumes lancé par l'INRA Maroc. Ainsi, l'objectif de cette étude est l'analyse de la variation de la qualité des fruits et de la production en liaison avec les variétés de clémentinier et sous l'effet des facteurs environnementales.

Matériel et Méthode : Dix variétés de clémentinier, greffés sur le citrange troyer, ont été plantées à une densité de 6X4 m² au niveau du domaine d'El Menzeh Kenitra. L'évaluation variétale a été portée sur les critères de qualité durant cinq années d'étude (2007-2011). La qualité inclut de nombreuses composantes physico-chimiques, telles que le calibre du fruit (poids moyen), sa composition en sucres, en acides et en jus, le nombre de pépins par fruit, ainsi le stade de maturité.

Résultats : L'analyse statistique montre qu'il existe une différence hautement significative entre les variétés de clémentinier et entre les années d'étude pour les variables nombre de pépin par fruit ; acidité et rapport teneur en sucre-acidité. La teneur en sucre a varié de 7 à 13,4 avec les clones les plus sucrés : Sidi Aisa, Marisol, Berkane et Janvier1. En outre, l'acidité a oscillé de 0,47 à 1,51 avec une teneur faible pour les clones Berkane et Janvier1. Par ailleurs, le poids moyen du fruit a fluctué de 45g à 193g avec des valeurs relativement élevées chez les variétés Marisol, George Pourryron, Berkane, Oroval et Janvier1. Aussi, le nombre de pépins par fruit a varié de 3 chez George Pourryron à 8 chez le clone Berkane. Le coefficient de maturité (E/A) a permis de classer les variétés en trois groupes ; Précoces (Carte noire, George Pourryron, Oroval, Marisol et Berkane), de saison (Mac Bean, Sidi Aissa et Wise) et tardive (Janvier-1 et Janvier-2).

Conclusion et application des résultats : Dans les dix clones étudiés le plus sucré est le GP, ce qui est caractérisé par une forte acidité est le Janvier-2, le plus juteux est le George Poryron, le taux de maturité le plus important est chez Berkane. Pour le poids moyen d'un fruit, le clone qui présente une moyenne élevée est Berkane, le nombre de pépin est minimal pour GP. Ces résultats pourront servir de base pour un programme d'amélioration des petits agrumes.

MOTS-CLEFS: Agrumes, Amélioration, Qualité, Sélection, Comportement, Variété.

1 INTRODUCTION

La production mondiale des agrumes est de l'ordre de 122 millions de tonnes. Elle occupe la deuxième place après celle des bananes (125 Mt) et des pommes (70 Mt). La production des agrumes est très diversifiée avec 68 Mt d'oranges ; 29 Mt des petits agrumes ; 14 Mt de citrons et de limes et 5 MT de pomelos [1]. Au Maroc les agrumes occupent une place de choix importante dans l'agriculture avec une superficie de 101110 hectares et une production de 18 Millions de tonnes dont 80% est destiné au marché du fruit frais. Parmi ces agrumes, la clémentine représente 30% de la production annuelle totale [2]. Ce secteur revêt une grande importance pour le développement socio-économique. En effet, il constitue une source de revenus pour plus de 13000 familles de producteurs. De plus, le secteur agrumicole exporte 500000 tonnes par an pour une recette annuelle de 3 milliard de dirhams [3].

Les cultivars sont d'ailleurs sélectionnés sur la base de certains caractères d'intérêt commerciale tels que : la précocité, le calibre, aspect externe et interne, saveurs, arôme,...etc. des fruits et la productivité [4]. Ces caractères sont essentiellement influencés par la variation de conditions environnementales, notamment la température [5] [6] [7] [8]. Trois catégories de cultivars sont définies : les cultivars précoces dont les fruits mûrissent à partir de septembre/octobre ; les cultivars de saison, représentant la majorité des clémentiniers dont la maturité se situe en novembre/décembre et les cultivars à maturité tardive en janvier/février [9] [10]. De ce fait, l'évaluation agronomique permet de repérer de nouveaux génotypes possédant des caractéristiques agronomiques intéressantes et permet aussi, l'élargissement de la campagne de production et de commercialisation par de nouveaux cultivars plus précoces ou beaucoup plus tardifs [11].

Notre objectif s'inscrit dans le cadre des programmes d'amélioration génétique des agrumes et vise à étudier la variation de la qualité des fruits de certaines variétés de clémentinier, ainsi que l'influence de paramètres environnementaux.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE EXPÉRIMENTAL

Tous les essais expérimentaux ont été conduits au niveau du domaine El Menzeh (INRA Kenitra; altitude de 25 m, latitude de 34°6). Le climat de cette zone est de type méditerranéen. Le sol est sablonneux siliceux en surface (98%) et sablo-argileux en profondeur, avec un pH de 6, une capacité de rétention de 3 à 6%, une capacité d'échange cationique de 5 meq/100g avec absence de calcaire. Le système d'irrigation 'micro jet' est compatible à l'exploitation et aux disponibilités en eau. Les quantités d'eau nécessaires pour irriguer correctement la parcelle sont définies en fonction de la zone climatique. Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200 mm par an, répartis sur toute l'année, la température moyenne annuelle est de 15,45 °C.

Pour la conduite de l'essai, la fertilisation azotée (Amonitrate 33,5%) a été réalisée sur la base de trois apports annuels répartis selon les proportions suivantes: 50% avant la floraison, 25% après la floraison et 25% après la chute physiologique.

Les apports en sulfate de potassium et super phosphate triple ont été effectués en septembre et décembre respectivement. Les traitements sanitaires ont été réalisés contre les insectes par l'*Imdaclopride* et l'*Abamectin*. De même, le désherbage chimique est obtenu par glyphosate (Round up). La taille a été pratiquée entre la cueillette et la floraison.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal, objet de l'expérimentation, est constitué de 10 clones choisis (Tableau 1) parmi les 23 clones plantés en 2002 avec une densité de 6X4m².

Tableau 1. Liste des variétés de clémentinier étudiées (Menzeh, INRA Kenitra)

Cod e	Variété	Origine
1	Mac Bean	-
2	Wise	-
3	Sidi Aissa	Mutation naturelle du clémentinier, découverte dans le village de Sidi Aissa au Maroc au début 1960. (1)
4	Carte noire	Mutation naturelle de clémentine Cadoux, découverte au domaine de Sidi Abdallah (Salé-Maroc)
5	Marisol	Mutation d'oroval découverte à Castellon en Espagne, clone précoce.
6	George Pourryron	Mutation naturelle du clémentinier commun, remarqué aux environ 1962
7	Berkane	Clémentine commun très adapté à la région de Berkane
8	Oroval	Mutation de la Clémentine "Fina" découverte en Espagne, peau rugueuse fruit de grosse taille
9	Janvier 1	Remarqués par Mr. J.P. Laforest vers 1967 dans le domaine Sidi Abdallah au nord de Rabat
10	Janvier 2	Remarqués par Mr. J.P. Laforest

2.3 CARACTÈRES ÉVALUÉS

30 fruits murs ont été récoltés, d'une manière aléatoire, à partir de différents arbres du même clone. Les échantillons collectés sont mis dans des sachets en plastique contenant le code de chaque variété et ramenés au laboratoire pour analyser les paramètres suivant :

A- TENEUR EN JUS EXPRIMÉE EN POURCENTAGE

L'extraction du jus a été effectuée par un extracteur à toupie tournante. Le jus recueilli est filtré à travers un filtre en plastique puis pesé. La teneur minimale en jus des orangers a été fixée à 35 % par l'Etablissement autonome de Contrôle et de Commerce Extérieur pour l'exportation. La teneur en jus exprimée en pourcentage massique est donnée par la formule :

$$\text{Teneur en jus} = \frac{\text{Poids du jus extrait de 30 fruits} \times 100}{\text{Poids total de ces fruits}}$$

B- TENEUR EN SUCRE (E)

La teneur en sucre a été déterminée par un réfractomètre à main dont les avantages sont bien connus : la précision, la rapidité de la mesure, la possibilité d'opérer avec une faible quantité de jus. Une goutte de jus a été déposée sur le prisme et la lecture de l'extrait sec soluble a été faite. En fait, sa détermination est basée sur la capacité des sucres d'un jus à faire dévier la lumière. La teneur minimale en sucre des clémentines est 9.

C-ACIDITÉ DU JUS (A)

L'acidité du jus correspond à la somme des acides minéraux et organiques libre dans le jus. Il s'agit de l'acide citrique qui est le plus prédominant et représente 85% à 95 % des acides totaux des jus d'agrumes.

Pour le titrage de l'acidité du jus, 10 ml de jus décanté a été utilisé et auquel trois gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées. La solution de NaOH (0,1 M) est mise dans une burette de Mohr et on commence à la verser lentement. Pendant le titrage, il est important d'utiliser un agitateur magnétique, pour homogénéiser continuellement la solution dans le bécher.

Cette opération est essentielle, en particulier lorsque la solution s'approche de la neutralité. La fin du titrage est atteinte lorsque la couleur du jus devient et persiste rosâtre.

D- COEFFICIENT DE MATURITE (E/A)

L'indice de maturité est le rapport du sucre par l'acidité du jus. Il permet de déterminer l'état de maturité du fruit, et il est calculé selon la formule suivante :

$$E/A = \text{Teneur en sucre (E)} / \text{Acidité du jus (en \%)(A)}$$

E- POIDS MOYEN D'UN FRUIT (G)

Cette moyenne est déterminée en mesurant le poids total engendré par 30 fruits. Il est apprécié à l'aide d'une balance électrique.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES

Les données obtenues ont été analysées à l'aide d'un logiciel de statistique SPSS (Statistical Package for the Social Sciences : Version test).

L'analyse de la variance et la classification des moyennes ont été réalisées selon le test de tukey au seuil de 5 %. Elle a permis de valider statistiquement la variance des paramètres étudiés pour les dix clones. Aussi, une analyse en composantes principales (ACP) descriptive de l'ensemble des variables. Enfin, une représentation hiérarchique en dendrogramme a été réalisée à l'aide du test cluster.

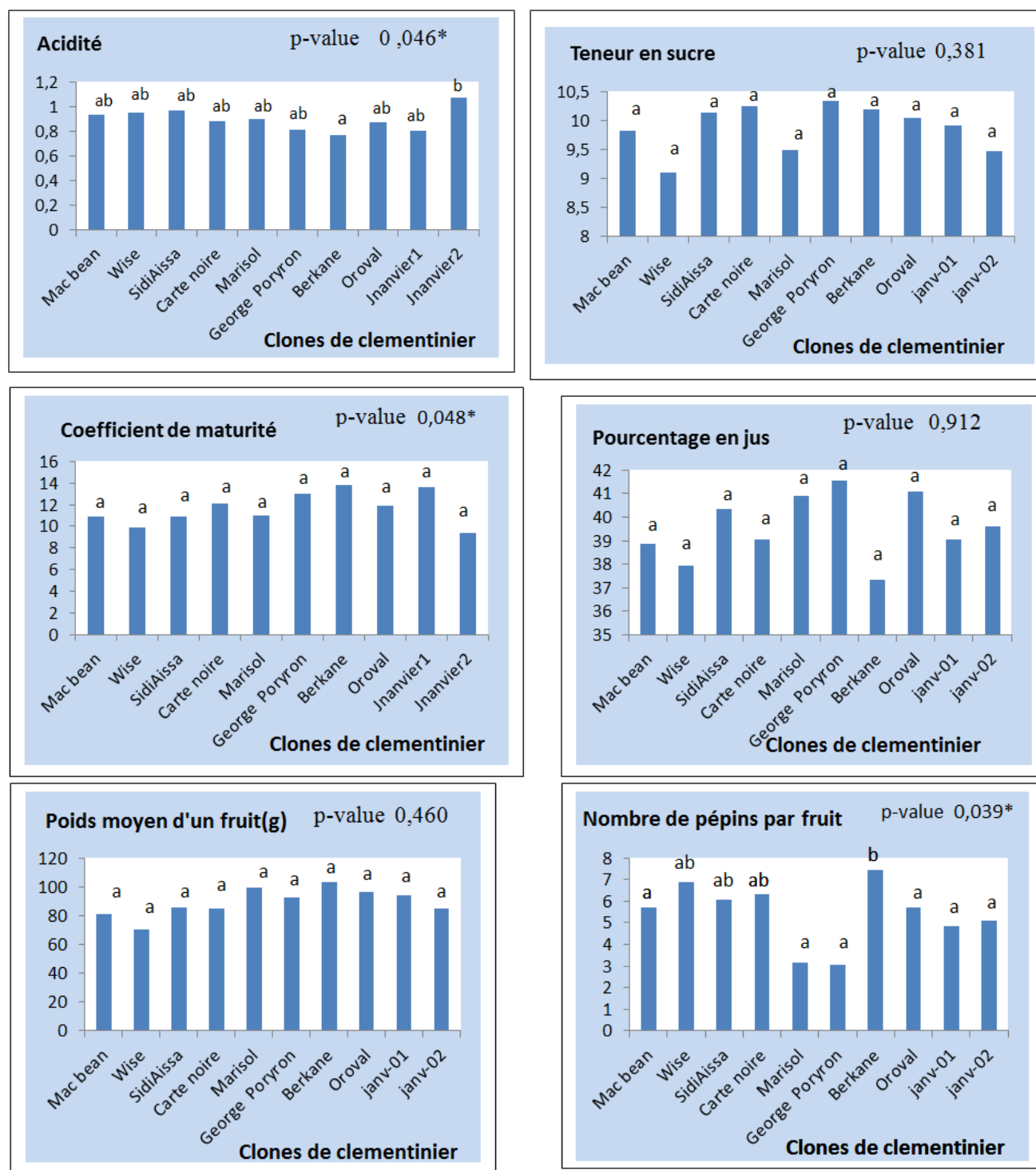
3 RÉSULTATS

3.1 ETUDE DESCRIPTIVE DES CLONES POUR L'ENSEMBLE DES VARIABLES

Les résultats des valeurs moyennes des variables étudiées liés à la qualité des fruits (Nombre de pépins par fruit, poids moyen du fruit, Pourcentage de jus, la teneur en sucre et l'acidité), ont montré une variation très élevée entre les clones (Tableau 2). Le coefficient de variation relatif au nombre de pépins par fruit est significativement très élevé (63%). Ceci explique bien l'hétérogénéité entre les clones pour ce variable dont la moyenne est de 5 pépins par fruit et qui varie de 1 à 12 pépins par fruit. Pour les autres variables, les coefficients de variations indiquent la bonne précision des résultats statistiques. De même, l'analyse de la variance à un seul critère de classification a montré des différences hautement significatives entre les clones pour les variables : nombre de pépins par fruit (Fisher = 20,94 ; $p < 0,039$), le taux d'acidité (A) (Fisher = 0,07 ; $p < 0,046$) et le coefficient de maturité (E/A) (Fisher = 19,58 ; $p < 0,048$). Tandis que les autres variables ne présentent aucune différence significative à 5% d'erreur (Figure 1).

Tableau 2 : Etude descriptive de l'ensemble des variables étudiés

Statistique	Minimum	Maximum	Moyenne	CV (%)
Nombre de pépins par fruit	1,00	12,30	5,32	63
Poids moyen d'un fruit (g)	45,00	193,10	90,37	31
Pourcentage en jus	20,83	54,46	39,67	16
Acidité	0,47	1,51	0,88	22
Teneur en sucre	7,00	13,40	9,93	11
Coefficient de maturité	6,56	24,26	11,81	28



NPF : Nombre de pépins par fruit	PMF : Poids moyen d'un fruit	%JUS : Pourcentage en jus	A : Acidité du jus	E : Teneur en sucre du jus	E/A : Coefficient de maturité
----------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------	----------------------------	-------------------------------

Deux résultats lus sur le même graphe sont significatifs s'ils ne sont pas affectés par la même lettre, * : différence hautement significative

Figure 1 : Histogrammes représentant la comparaison des moyennes par le test de tukey entre les dix clones pour chaque variable

- a- **Acidité titrable** : La mesure de l'acidité titrable a montré une large variation puisqu'elle a variée de 0,76 chez Berkane à 1,07 chez Janvier-2. Tandis que les autres clones sont réparties en deux groupes :
- Le premier renferme les clones, Carte noire, George Poryron, Oroval et Janvier-1 dont l'acidité est inférieure à la moyenne des valeurs 0,88.
 - Le deuxième renferme les clones, Mac bean, Wise Sidi Aissa et Marisol dont l'acidité est supérieure à la moyenne des valeurs 0,88.
- b- **Teneur en sucre** : La teneur en sucre a montré une légère variation allant de 9,1% chez le clone Wise comme valeur minimale du premier groupe (Janvier-2, Marisol, *Mac bean* Janvier-1 et Wise) dont cette teneur est inférieure à la moyenne des valeurs 9,93. Le clone George Pourryron a majoré le groupe contenant Sidi Aissa, Carte noire, George Poryron, Berkane et Oroval par 10,34%.
- c- **Coefficient de maturité** : Selon la date de maturité, trois groupes ont été mis en évidence : le groupe (a) contient les clones (Carte noire, George Pourryron, Berkane, Oroval et Marisol) à maturité précoce (Septembre-mi Novembre), le groupe (b) qui regroupe les clones (Mac Bean, Wise et Sidi Aissa) à maturité semi précoce (de mi Novembre au début Décembre), le groupe (c) (Janvier-1 et Janvier-2) à maturité tardive (du premier Décembre à fin Janvier).
- d- **Pourcentage en jus**: On a trouvé 37,92% comme valeur minimale chez le clone Wise du premier groupe Mac bean, Wise, Carte noire, Berkane, Janvier-1 et Janvier-2, dont les valeurs sont inférieurs à la moyenne des valeurs 39,6. Tandis que 41,53% est la valeur maximale chez George Pourryron appartenant au deuxième groupe contenant les clones Sidi Aissa, Marisol, George Poryron et Oroval.
- e- **Poids moyen du fruit** : Il a varié de 70,51 comme valeur minimale chez Wise appartenant au premier groupe (Mac bean, Wise, Sidi Aissa, Carte noire et Janvier-2) à 103,64 valeur maximale pour Berkane qui appartient au deuxième groupe (Marisol, George Poryron, Berkane, Oroval et Janvier-1)
- f- **Nombre de pépins par fruits** : Il est variable, les deux clones Marisol et George Pourryron sont moins pépinisés, soit environ trois pépins par fruit. Les autres clones généralement contiennent plus de pépins (plus que cinq pépins par fruit).

3.2 GROUPEMENT DES VARIETES SELON LEUR AFFINITE ET RESSEMBLANCE.

Afin d'établir une liste des clones les plus performants et qui produisent des fruits qui répondent positivement aux normes d'exportation, on a opté pour une analyse en composantes principales (ACP) (Figure2). Les axes 1 et 2 absorbent à eux seuls 82% de la variabilité totale. Ainsi, le test de sphéricité de Bartlett s'est montré très significatif ($\chi^2_{(2)}=35,94$; $p<0,002$). La projection des variables a montré que les variables : poids moyen du fruit, la teneur en sucre et le coefficient de maturité sont corrélées positivement et négativement à l'acidité selon l'axe1. La projection selon l'axe2 a montré une forte corrélation négative entre le pourcentage du jus et le nombre de pépins ($r=-0,78$). La projection biplot (clones et variables) permet de ressortir les groupements suivant :

- 1/ selon l'axe 1, les clones Berkane, Janvier-1, Janvier-2 et Oroval sont caractérisés par des fruits de poids moyen important, une teneur en sucre aussi très intéressante et une acidité très faible. En outre, le deuxième groupe composé des clones Wise, Sidi Aissa, Mac Bean et Carte noire se comporte différemment du premier groupe.
- 2/ selon l'axe2, les clones Berkane et George sont caractérisés par un pourcentage de jus important et un nombre de pépin trop faible.

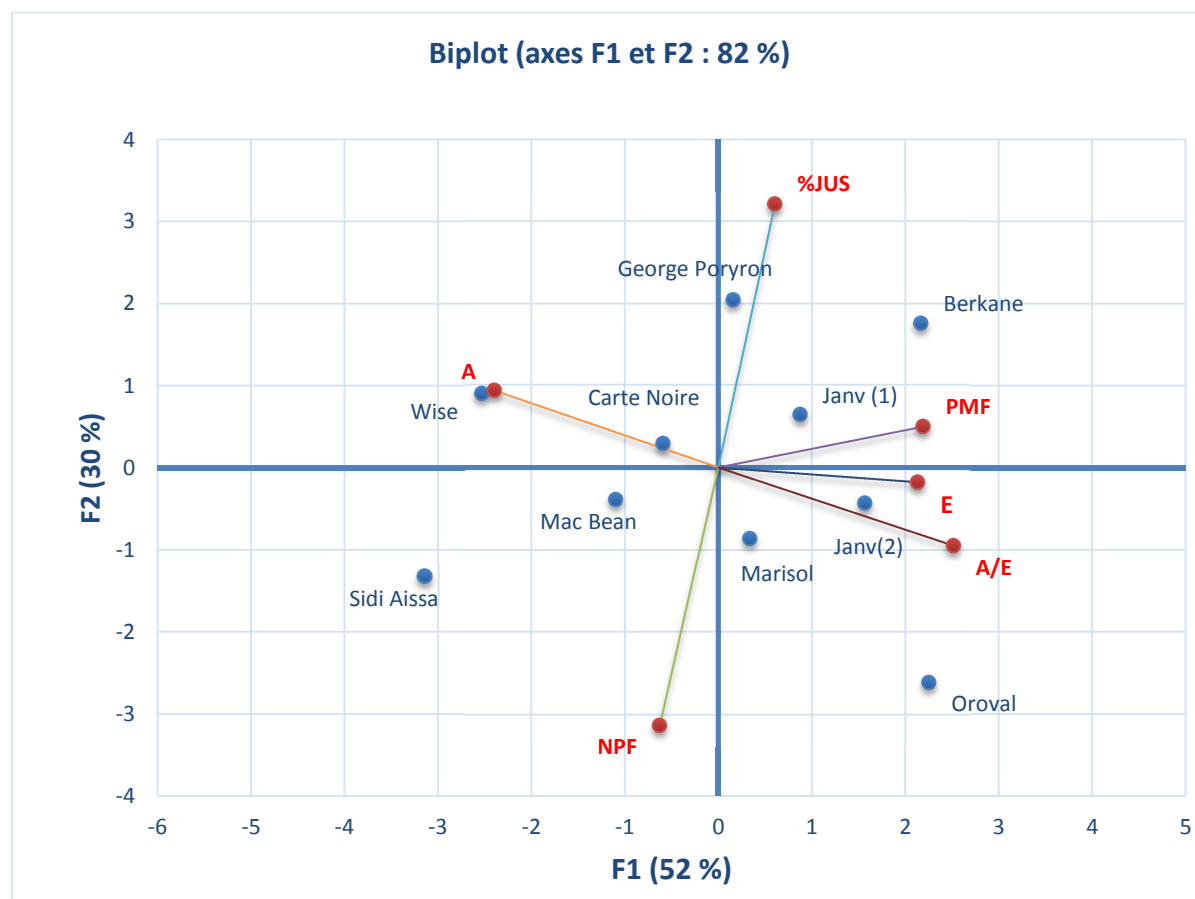


Figure 2 : Analyse en composantes principales chez l'ensemble des clones

L'analyse globale de l'ensemble des variables et clones choisies par le dendrogramme (représentation hiérarchique) (**Figure 3**) a permis de distinguer trois groupes distinctes

- Premier groupe est constitué des clones Carte noire, Mac Bean, Marisol et Wise
- Deuxième groupe est constitué du clone Sidi Aissa
- Troisième groupe est constitué des clones Berkane, Janvier-1, Oroval , George Pourryron et janvier2

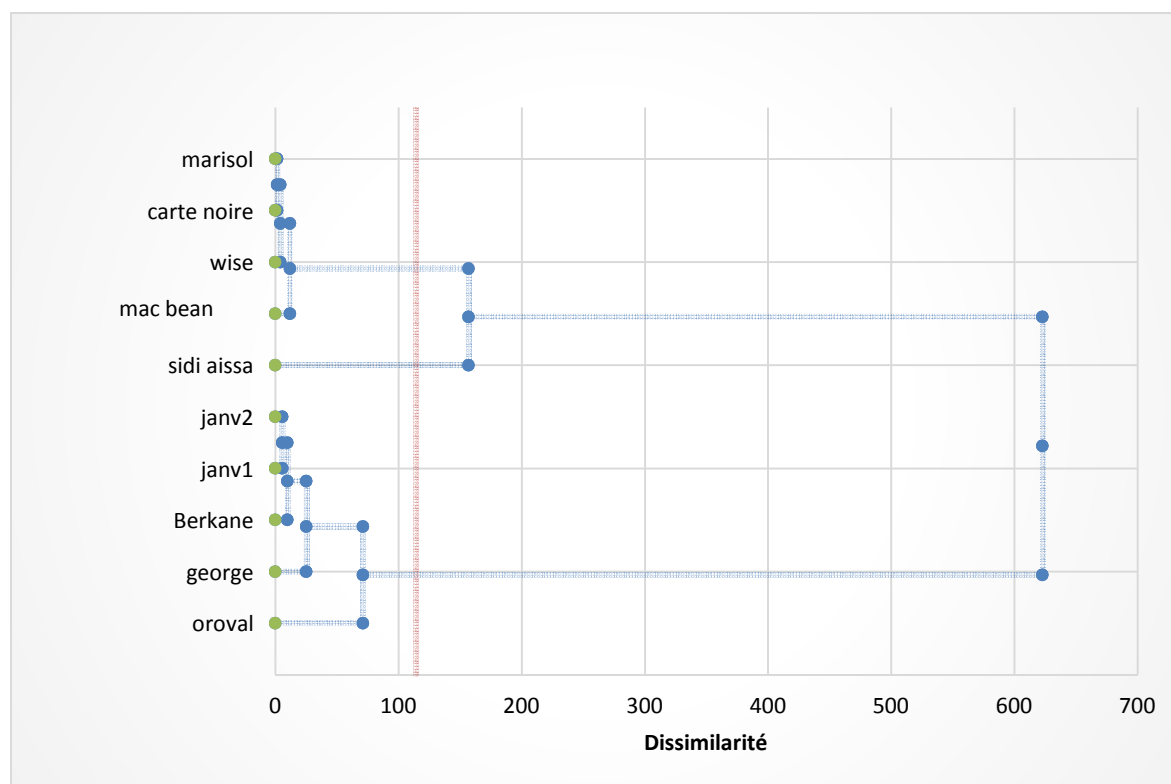


Figure 3. Groupement des dix clones de clémentinier selon l'analyse Hiérarchique.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Généralement, le niveau d'acides organiques diminue avec la maturité du fruit et cette diminution est corrélée positivement avec les moyennes de température durant la saison. Notre résultat est en accord avec ceux de [12] [13]. Comme le confirment [14], Les fortes pluies dans les deux mois qui précèdent la récolte (Septembre et Octobre) réduisent significativement le taux de sucre et l'acidité des clémentines.

Au cours de la récolte, l'acidité diminue et l'indice de maturité augmente. En effet, selon [15], La normalisation de l'acidité varie de 0,9 à 1,5% cependant on a trouvé que les variétés Carte noire, Berkane, Oroval et Janvier-1 présentent une acidité inférieure à 0,9 ce qui les exclue de l'intervalle de normalisation.

Pour la teneur en sucre, [16] suggèrent que les fruits d'agrumes exposés au soleil sud-est ou nord-est ont une coloration plus foncée et un taux de sucre soluble plus élevé, alors que les fruits ombragés ont une tendance à avoir une teneur en jus plus élevée. Ceci est en accord avec notre résultat pour les clones George Pourryron, Sidi Aissa, Carte noire, George Poryron, Berkane et Oroval. Aussi les fruits exposés au sud-est présentent généralement une bonne qualité [17].

L'entrée en maturité a différé d'une année à l'autre. Cette différence est liée à la variation climatique. Nos résultats rejoignent ceux trouvés par [18] qui a constaté que le rapport E/A est faible chez les fruits à cueillette précoce comparés à ceux à cueillette tardive. La maturation du fruit est associée à des changements aux niveaux de la texture et de la coloration de l'écorce, de la teneur et de la composition en jus et au niveau organoleptique [19] [20]. Le coefficient (E/A) est un indicateur de la maturité du fruit, en effet, La teneur en sucre des fruits augmente fortement durant cette phase. En plus, la maturation des fruits constitue une phase de développement génétiquement programmée mettant en œuvre l'expression de gènes spécifiques [21]. Nos résultats sont similaires aussi à ceux cités par [22].

Le pourcentage de jus est un indice de qualité chez les agrumes. Les clones de clémentine qu'on a étudié ont répondu aux normes d'exportation, mais avec une variation de la qualité du jus. Ces résultats coïncident avec ceux trouvés par [23], qui ont travaillé sur les oranges. Cette qualité dépend d'autres facteurs notamment le climat, les conditions de culture [24], les porte-greffes [25] [26] et aussi l'apport hormonal [27] [28].

En général, La variation de la taille du fruit dépend du nombre de graines par fruit. Nos résultats montrent que le clone Berkane présente une corrélation positive entre le nombre de pépins par fruit et la taille du fruit, le même résultat a été

trouvé par [29]. La taille du fruit dépend aussi des conditions de croissance et de type de l'inflorescence [30] ; des régulateurs de croissance des plantes [31] et du porte-greffe [32].

Pour ce qui est du nombre de pépin par fruit, nos résultats mettent en relief que Marisol et George Pouryron sont moins pépinisés, ceci peut être expliqué par le fait que les basses températures pendant la floraison réduisent la capacité de germination du pollen et diminuent le nombre d'ovules susceptibles de devenir des graines. Ces résultats sont partagés avec [33]. De même, on a trouvé des clones pépinisés comme [34] et ceci peut être lié à plusieurs facteurs comme l'application de l'acide gibbérellique (GA3) entraînant ainsi l'avortement de l'ovule et réduisant la croissance du tube pollinique de la fleur chez les clémentiniers.

Dans les dix clones étudiés, on a trouvé que le clone George Poryron est le plus sucré. Et celui qui est caractérisé par une forte acidité est le Janvier-2 et le plus juteux est le George Poryron. Par ailleurs, le taux de maturité le plus important est le clone Berkane. Concernant le poids moyen d'un fruit, le clone qui présente une moyenne élevée est Berkane. Alors que le nombre minimal de pépins est observé chez George Poryron.

La variation de la composition des fruits mise en évidence pourra servir de base pour un programme d'amélioration des petits agrumes au sein de la région du Gharb et dans les autres régions produisant les agrumes.

REFERENCES

- [1] Loeillet, 2010. Les marchés mondiaux. "La renaissance du Palais d'été". Paris : Economica. 421-424 (Cyclope).
- [2] MAPM, 2011. Rapport annuel de la campagne 2010/2011. Ministère d'Agriculture et de Pêche Maritime à Rabat
- [3] MAPM, 2012. Rapport annuel de la campagne 2011/2012. Ministère d'Agriculture et de Pêche Maritime à Rabat
- [4] Bono R, Fernandez L de Córdova et Soler J, 1982. "Arrufatina", "Esbal" and "Guillermina", three clementine mandarin mutations recently discovered in Spain, in: Proc. Int. Soc. Citriculture: 94–96.
- [5] Killi, F. et S.G. Altunbay, 2005. Seed yield, oil content and yield components of confection and oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars planted in different dates. Int. J. Agric. Biol. 7: 21–24.
- [6] Demirkaser, T.H., M. Kaplankiran, C. Toplu and E. Yildiz, 2009. Yield and fruit quality performance of Nova and Robinson mandarins on three rootstocks in Eastern Mediterranean. Afr. J. Agric. Res. 4: 262–268.
- [7] Dorji, K. et C. Yapwattanaphun, 2011. Assessment of morphological diversity for local mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) accessions in Bhutan. IJAT. 7: 485–495.
- [8] Chelong, I. and S. Sdoodee, 2012. Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco) under climate variability in southern Thailand. IJAT. 8: 1459–1469.
- [9] H. Chapot, 1963. La Clémentine, Al Awamia. 7 : 1–34.
- [10] R. Devaux, 1981. New cultivars of clementine mandarin in Morocco, Proc. Int. Soc. Citriculture. 1: 101–102.
- [11] Agustí .M, A. Martínez-Fuentes, C. Mesejo, 2002. Citrus Fruit Quality. Physiological basis and techniques of improvement, Agrociencia., 2 1–16.
- [12] Normand F, 1992. Premiers résultats des travaux de sélection des agrumes au Nord Cameroun. Fruit; spécial agrumes: 57-163.
- [13] Davies FS et Albrigo LG, 1994. Citrus Corp production in horticulture CAB international. 2 : 201-206.
- [14] Sanchez CD, Blondel L, Cassin J, 1978. The influence of climate on the quality of Corsican clementines fruits. 33 (12): 811-813.
- [15] EACCE, 2010. Etablissement Autonome De Contrôle et de Coordination Des Exportations. Revue trimestrielle - N° 30.
- [16] Liu FuWen, Liang YinChih, Wang YeeDing, 2012. A simple method of spot-picking for higher quality 'Ponkan' mandarins by selecting locations of the tree. Journal of the Taiwan Society for Horticultural Science. 58 (1): 11-18
- [17] Handaji N, Ait Haddou M, Ben Azouz A, Kabbage T, Srairi I, Arsalane N, Ben Yahia H, Essagide A, Gaboun F, 2007. Caractérisation et comportement de 35 variants d'agrumes dans la région de Souss Massa. *El Awamia* . 121-122: 110-134.
- [18] Hamanitene A, 1989. Contribution à l'étude de l'effet du stade de récolte sur l'opération de diversification et de certains paramètres influençant la conservation des agrumes. Mémoire de fin d'étude. Horticulture. IAV. Hassan II, Agadir, Maroc : 80.
- [19] Grierson W, 2006. Anatomy and Physiology. In: Wardowski WF, Miller WM, Hall DJ and Grierson W (Eds) Fresh Citrus Fruits (2nd Edition). Florida Science Source, Longboat Key, 1: 1-22.
- [20] Chen Si, Huang QingHua, You MingXia, Wu ShaoHui, Li RaoLing, Gan WeiFa, 2012. Analysis of polysaccharides compositions in ripe peel of *Citrus reticulata* 'Chachi'. The Journal Board of Medicinal Plant, Cranston, USA, Medicinal Plant, 3 (2): 26-29.

- [21] Grierson D, 1987. Senescence in fruits. *HortScience*. 22 : 859-862.
- [22] Nadori et Nhami, 2005. la culture du Clementine au Maroc : évolution et perspectives.
- [23] Ebel RC, Dozier WA, Hockema B, Woods FM, Thomas R, Wilkins BS, Nesbitt M, McDaniel R, 2004. Fruit quality of Satsuma mandarin grown on the northern coast of the Gulf of Mexico. American Society for Horticultural Science, Alexandria, USA, *HortScience*. 39 (5): 979-982.
- [24] Cabezas GM, Rodríguez ECA, 2010. Horticultural techniques for improving orange fruit (*Citrus sinensis* L.) size and quality. *Agronomía Colombiana*. 28 (1): 55– 62.
- [25] Alireza Shafieizargar, Yahya Awang, Abdul Shukor Juraimi, Radziah Othman, 2012. Yield and fruit quality of Queen Orange [*Citrus sinensis* (L) Osb.] grafted on different rootstocks in Iran. *Australian Journal of Crop Science*. 6 (5): 777-783.
- [26] Bermejo A, Cano A, 2012. Analysis of nutritional constituents in twenty Citrus cultivars from the Mediterranean area at different stages of ripening. *Food and Nutrition Sciences* . 3 (5): 639-650.
- [27] Rastegar S, Rahemi M, 2008. Evaluation of concentration and time of application of gibberellic acid and 2,4-D isopropyl ester on some fruit characteristics in Navel oranges and Clementine mandarin. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 11 (42 A): 197-207.
- [28] Samina Khalid, Aman Ullah Malik, Basharat Ali Saleem, Ahmad Sattar Khan, Muhammad Shafique Khalid, Muhammad Amin, 2012. Tree age and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient content of 'Kinnow' mandarin (*Citrus nobilis* Lour × *Citrusdeliciosa* Tenora). *Scientia Horticulturae* . 135: 137-144
- [29] Cameron JW, Cole DJr, Nauer EM, 1960. Fruit size in relation to seed number in the Valencia orange and some other citrus varieties. *Am. Soc.Hortic. Sci. Proc.* 76 : 170-180.
- [30] Barry GH, Davies FS, Castle WS, 2004. Soluble solids in 'Valencia' Sweet orange as related to Rootstock selection and fruit size. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 594: 598-598.
- [31] Goodwin PB, 1978. Phytohormones and fruit growth. *In* DS Letham, PB Goodwin, TJ Higgins, eds, *Phytohormones and Related Compounds: A Comprehension Treatise*, Elsevier-North Holland Biomedical Press, Amsterdam, The Netherlands. 2: 175-213.
- [32] Wutscher HK, Bowman KD, 1999. Performance of 'Valencia' Orange on 21 Rootstocks in Central Florida. *Hortscience*. 34(4): 622–624.
- [33] Pardo J, Cano A, Bermejo A, Zaragoza S, 2010. Temperature, pollen viability and seed formation in citrus crops. *Ediciones y Promociones L.A.V., Valencia, Spain, Levante Agrícola*. 49 (399): 20-29.
- [34] Mesejo C, Martínez-Fuentes A, Reig C, Agustí M, 2008. Gibberellic acid impairs fertilization in Clementine mandarin under cross-pollination conditions. *Elsevier, Oxford, UK, Plant Science*. 175 (3): 267-271.

Implementation of a new approach for modeling and determining the electrical parameters of solar cells

Abdessamad MALAOU¹, EL Mahdi BARRAH¹, and Jilali ANTAR²

¹Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Sciences et Techniques (LIRST), Faculté Polydisciplinaire,
Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal, Maroc

²Université Ibn Zohr, Faculté Polydisciplinaire de Taroudant, Agadir, Maroc

Copyright © 2016 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 new approach is presented in this work, to extract electrical parameters of a photovoltaic cell, using the double exponential model. The equivalent circuit parameters of this model are the photocurrent (I_{ph}), ideality factor (η), diffusion current (I_{od}), recombination current (I_{or}), series resistance (R_s) and the shunt resistance (R_{sh}). Several research studies have been performed to extract these parameters. The majority of these developed methods are limited on several levels. In this work the proposed technique is based on the equalization of the electric model of photovoltaic cells, and a polynomial model equivalent. The comparison of these two models at $I=0$, allows representing the electrical parameters with the polynomial model coefficients. This method is tested on a monocrystalline solar panel and obtained results show the advantage of this technique in level of speed, convergence and precision.

KEYWORDS: Photovoltaic cell; double exponential model; parameters extraction; polynomial model; optimization.

1 INTRODUCTION

The Photovoltaic electricity is experiencing a potential interest in recent years on the scientific and economic levels. This interest is due to the growing demand of energy in most industrial sectors, and also to environmental obligations. The photovoltaic solar cells are in the heart of the electricity production chain. Competition on optimizing and increasing the efficiency of photovoltaic cells (PVC), leads researchers to find methods to determine the intrinsic parameters of these cells. These electrical parameters are (R_s : series resistance, R_{sh} : shunt resistance, I_{or} and I_{od} : the saturation currents and ideality factor η). There have a very important role in electric modeling of PV junctions, they can give informations about the performance of these cells, and they can provide indications of degradation of those junctions during electrical operation [1]. The accuracy of these parameters is very requested for a proper analysis of this element. In literature, several studies were the subject of the development of methods to extract these parameters [2]. The existence of implicit current and complexity of electric models, limits the reliability of the majority of these methods. In this work, another simple polynomial model is proposed to solve this problem. This is to represent the PVC voltage V , depending with his current I by this polynomial model. The intrinsic electrical parameters are determined with the coefficients of this polynomial model. The validation of this method is made by a monocrystalline solar panel. An electrical test (I - V) of this panel is made with an automated electronic system. The analysis and interpretation of results are based on comparing the statistical indicators errors, which are calculated for both models.

2 BASIC ELECTRICAL MODELLING

A photovoltaic cell (PVC) can be studied by several models: analytical, electrical or numerical [3]. The supplied electric current by the cell is given by:

$$I_{PVC} = I_{ph} - I_J \quad (1)$$

I_{PVC} , I_{ph} and I_J are respectively, the electrical current supplied by PVC (A), Photoelectric current (A) and the Loss current (A).

To simplify the study of the cell characteristic, we limited to study I_J current, instead of I_{PVC} . The characteristic is reversed and then it is shifted (Figure 1).

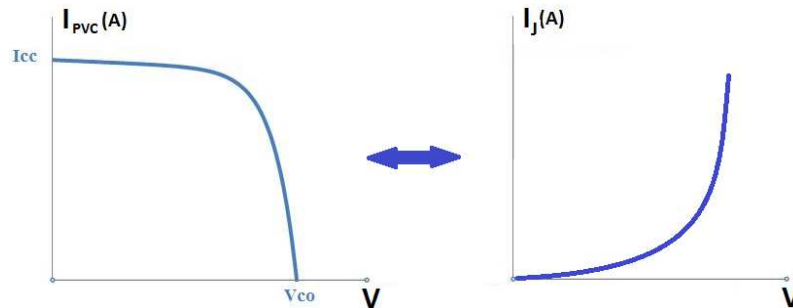


Fig. 1. I-V characteristic reversed and shifted

Among the most popular models in this area, the electric model with a single diode (Figure 2-a), and that of double diodes (Figure 2-b) [4]. In the first electrical model, the electrical current in PV junctions is described by the following equation:

$$I = I_J = I_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{V - R_s \cdot I}{\eta \cdot V_{th}}\right) - 1 \right] + \frac{V - R_s \cdot I}{R_{sh}} \quad (2)$$

$KT/q = V_{th}$ is the thermal voltage.

Those models is shown schematically by the following equivalent circuits:

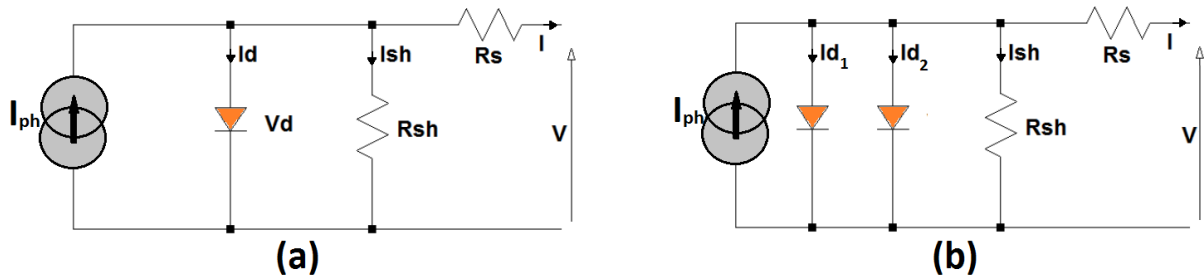


Fig. 2. Electric models, (a) a single diode and (b) a double diodes

In the second electrical model of the photovoltaic cell (Figure-b), the electrical current (I_J) is described by the following expression:

$$I = I_J = I_{or} \left(e^{\frac{V - IR_s}{\eta \cdot V_{th}}} - 1 \right) + I_{od} \left(e^{\frac{V - IR_s}{V_{th}}} - 1 \right) + \frac{V - IR_s}{R_{sh}} \quad (3)$$

I_{or} and I_{od} are respectively, the diffusion current and the recombination current. This model, known as the double exponential model [5, 6]. Intrinsic parameters of this model are associated with extrinsic parameters such as; the short-circuit current I_{cc} , which represents the current value when the voltage to the cell is zero ($V = 0$). It's approximated by:

$$I_{cc} = I_{ph} \cdot \frac{R_{sh}}{(R_s + R_{sh})} \quad (4)$$

After extracting R_s and R_{sh} , the intrinsic parameter I_{ph} will be deduced with these parameters and current I_{cc} (equation 4).

3 PARAMETERS EXTRACTION METHODS

Several methods have been developed to extract these parameters [7]. Among the most widely used methods, we can mention the lateral and vertical optimization [8], which are based on minimizing the sum of squares of the relative differences between the measured and the fitting values of current. The method of Lambert [9], uses the Lambert's function to find the exact analytical solution of the current. There are many numerical methods [10] that use an iterative algorithm to extract the parameters.

3.1 GRAPHICAL METHOD

The parameter R_s is only effective in the non-linear region of the forward I-V characteristics at sufficiently high applied voltage, but parameters such as the ideality factor and saturation current are effective in both the linear and non-linear regions of these characteristics[16]. So we obtain the series resistance (R_s) from the slope of the linear region of the curve dV/dI versus $1/I$ in high voltage, and the shunt resistance (R_{sh}) can be obtained from the slope of the low voltage region:

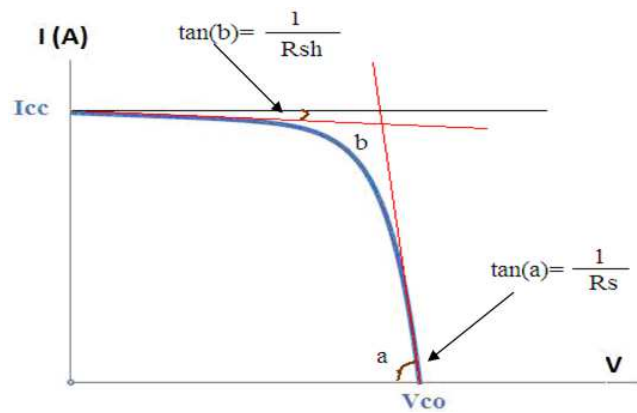


Fig. 3. Graphical method to extracting R_s and R_{sh}

Measuring angles “a” and “b”, the resistances R_s and R_{sh} are determined by:

$$R_s = 1 / \tan(a) \quad ; \quad R_{sh} = 1 / \tan(b) \quad (5)$$

From the curve $\ln(I_d)$ versus $(Y=V-I.R_s)$ we can obtain the parameters η and I_0 from the slope and intercept of linear region on the curve $\ln(I_d) - Y$.

The graphical methods generally determine that one or sometimes up to three parameters only five or six parameters of different models. This explains their validity for certain structures when the missing parameters are negligible. They produce values that are often very different from each other which is much more serious.

3.2 ANALYTICAL METHOD USING LAMBERT FUNCTION

In the case of a single diode model, the implicit form of $I(V)$ cannot be constructed from just common elementary functions, but solution for this equation can be found in terms of the Lambert function, and the equation of model can be transformed to a simplified form by this transformation:

$$ye^y = x \Leftrightarrow y = W_k(x) \quad (6)$$

And the explicit solution of $I(V)$ is :

$$I = \frac{nV_{th}}{R_s} W_0 \left(nV_{th} I_0 e^{\left(\frac{\frac{V}{nV_{th}} - \frac{(V+I_0)R_s}{nV_{th}R_{sh}(1+\frac{R_s}{R_{sh}})}}{nV_{th}R_{sh}(1+\frac{R_s}{R_{sh}})} \right)} \right) + \frac{V}{R_{sh}(1+\frac{R_s}{R_{sh}})} - \frac{I}{(1+\frac{R_s}{R_{sh}})} \quad (7)$$

The Lambert function is implemented in *Mathematica* under the name *ProductLog* or *Matlab* under the name *Lambert*. The presented method assumes as the most published methods, that all parameters are bias independent. Next limit of the method is connected with semiconductor property. For doping levels below approximately 10^{18} per 1cm^3 , the carrier transport occurs via thermionic emission over the barrier given by model equation, while for larger doping levels tunnel or field emission through the then narrower depletion layer is predominant.

3.3 NUMERICAL METHOD USING LEVENBERG-MARQUARDT ALGORITHM

This method uses an algorithm developed based on iterations Levenberg Marquardt, to estimate the model parameters [11]. Modification of parameters is done according to the relationship:

$$P_j = P_{j-1} - [H_j + \lambda_{j-1}]^{-1} \cdot \nabla J_{j-1} \quad (8)$$

$$\nabla J = \text{grad}(J(P)) \quad (9)$$

With P , J and H are respectively the vector of electrical parameters to estimate, the Jacobean and the Hessian. The iteration step is $(1/\lambda_{j-1})$. The calculation of the Jacobean matrix is based on derivatives voltage equation $V(I)$ in relation to electrical parameters:

$$\frac{dV(I)}{dR_s}; \frac{dV(I)}{dR_{sh}}; \frac{dV(I)}{dI_{od}}; \frac{dV(I)}{dI_{or}}; \frac{dV(I)}{d\eta} \quad (10)$$

4 PROPOSED NUMERICAL METHOD

The proposed method in this work is already tested with a single diode model, and it has shown good results [11]. In case of the double exponential model, the voltage (V) of PVC was replaced by a polynomial model of the current (I). So we use a polynomial voltage to solve the problem of the implicit current, as:

$$\tilde{V}(I) = \sum_{i=0}^{+\infty} b_i I^i = b_0 + b_1 I + \dots + b_n I^n + \text{Err}(I) \quad (11)$$

$$\text{With } \text{Err}(I) = \sum_{i=n+1}^{+\infty} b_i I^i,$$

The estimator must verify the equ.3 as:

$$I = I_{or} \left(e^{\frac{q(\tilde{V}(I) - IR_s)}{\eta KT}} - 1 \right) + I_{od} \left(e^{\frac{q(\tilde{V}(I) - IR_s)}{KT}} - 1 \right) + \frac{\tilde{V}(I) - IR_s}{R_{sh}} \quad (12)$$

It uses that the derivatives at the origin of the current, are proportional to the coefficients (b_i) of the estimator $\tilde{V}(I)$, such as:

$$\begin{aligned}\tilde{V}(0) &= b_0; \quad \frac{d\tilde{V}(0)}{dI} = b_1; \quad \frac{d^3\tilde{V}(0)}{dI^3} = 6b_3 \\ \frac{d^n\tilde{V}(0)}{dI^n} &= n!b_n\end{aligned}\quad (13)$$

The choice set of polynomial estimator is that it is infinitely differentiable, and that error and its derivative of order (n) are zero at the origin, as follows:

$$\text{Err}(I) = \sum_{i=n+1}^{+\infty} b_i I^i \Big|_{I=0} = 0 \quad (14)$$

And

$$\frac{d^n \text{Err}(I)}{dI^n} \Big|_{I=0} = 0 \quad (15)$$

The equality of these two models, at origin current ($I=0$), gives an analytical solution of the electrical parameters based on polynomial coefficients of the estimated voltage. Furthermore the coefficients b_n are easy to estimate using either the function *Polyfit* of the library *Matlab*, or using the function *FindFit* of the library *Mathematica* [12]. We combine the two models, using the estimator derived from the voltage $\tilde{V}(I)$ relative to I . The derivative up to order 5 is sufficient to determine a system of equations with the five unknowns (η , I_{orr} , I_{od} , R_s and R_{sh}). The following notations will be used later to indicate the four derivatives with respect to I :

$$\frac{d\tilde{V}(I)}{dI} = \tilde{V}' \quad (16)$$

$$\frac{d^2\tilde{V}(I)}{dI^2} = \tilde{V}'' \quad (17)$$

$$\frac{d^3\tilde{V}(I)}{dI^3} = \tilde{V}''' \quad (18)$$

and

$$\frac{d^n\tilde{V}(I)}{dI^n} = \tilde{V}^{(n)} \quad (19)$$

The derivatives of order less than 5 relative to the current, yields a system of nonlinear equations, grouping the electrical parameters and polynomial coefficients. We obtain the system in equation (20). At $I=0$, and taking account of this system and equations (11-14), we obtain a new system of five nonlinear equations and five unknowns. We find an analytic solution of system of equations (21), the numerical resolution is feasible by several methods [13] (*fsolve* function of *Matlab*).

$$\left\{ \begin{aligned} & I_{0r} \left(e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{\eta V_{th}}} - 1 \right) + I_{0d} \left(e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{V_{th}}} - 1 \right) + \frac{\tilde{V}-IR_s}{R_{sh}} = I \\ & I_{0r} \frac{\tilde{V}'-R_s}{\eta V_{th}} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{\eta V_{th}}} + I_{0d} \frac{\tilde{V}'-R_s}{V_{th}} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{V_{th}}} + \frac{\tilde{V}'-R_s}{R_{sh}} = 1 \\ & I_{0r} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{\eta V_{th}} \right)^2 + \frac{\tilde{V}''}{\eta V_{th}} \right) + I_{0d} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{V_{th}} \right)^2 + \frac{\tilde{V}''}{V_{th}} \right) + \frac{\tilde{V}''}{R_{sh}} = 0 \\ & I_{0r} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{\eta V_{th}} \right)^3 + \frac{3(\tilde{V}'-R_s)\tilde{V}''}{(\eta V_{th})^2} + \frac{\tilde{V}'''}{\eta V_{th}} \right) + \\ & I_{0d} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{V_{th}} \right)^3 + \frac{3(\tilde{V}'-R_s)\tilde{V}''}{(V_{th})^2} + \frac{\tilde{V}'''}{V_{th}} \right) + \frac{\tilde{V}'''}{R_{sh}} = 0 \\ & I_{0r} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{\eta V_{th}} \right)^4 + \frac{3\tilde{V}''^2}{(\eta V_{th})^2} + \frac{6\tilde{V}''(\tilde{V}'-R_s)}{(\eta V_{th})^3} + \frac{4(\tilde{V}'-R_s)\tilde{V}'''}{(\eta V_{th})^2} + \frac{\tilde{V}''''}{\eta V_{th}} \right) + \\ & I_{0d} e^{\frac{\tilde{V}-IR_s}{V_{th}}} \left(\left(\frac{\tilde{V}'-R_s}{V_{th}} \right)^4 + \frac{3\tilde{V}''^2}{(V_{th})^2} + \frac{6\tilde{V}''(\tilde{V}'-R_s)}{(V_{th})^3} + \frac{4(\tilde{V}'-R_s)\tilde{V}'''}{(V_{th})^2} + \frac{\tilde{V}''''}{V_{th}} \right) + \frac{\tilde{V}''''}{R_{sh}} = 0 \end{aligned} \right. \quad (20)$$

After many simplifications, and thereafter, the replacement of equation (3) in this system can give the following equations:

$$\left\{ \begin{aligned} & I_{0r} \left(e^{\frac{b_0}{\eta V_{th}}} - 1 \right) + I_{0d} \left(e^{\frac{b_0}{V_{th}}} - 1 \right) + \frac{b_0}{R_{sh}} = 0 \\ & I_{0r} \frac{b_1-R_s}{\eta V_{th}} e^{\frac{b_0}{\eta V_{th}}} + I_{0d} \frac{b_1-R_s}{V_{th}} e^{\frac{b_0}{V_{th}}} + \frac{b_1-R_s}{R_{sh}} = 1 \\ & I_{0r} e^{\frac{b_0}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{\eta V_{th}} \right)^2 + \frac{2b_2}{\eta V_{th}} \right) + I_{0d} e^{\frac{b_0}{V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{V_{th}} \right)^2 + \frac{2b_2}{V_{th}} \right) + \frac{2b_2}{R_{sh}} = 0 \\ & I_{0r} e^{\frac{b_0}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{\eta V_{th}} \right)^3 + \frac{6(b_1-R_s)b_2}{(\eta V_{th})^2} + \frac{6b_3}{\eta V_{th}} \right) + \\ & I_{0d} e^{\frac{b_0}{V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{V_{th}} \right)^3 + \frac{6(b_1-R_s)b_2}{(V_{th})^2} + \frac{6b_3}{V_{th}} \right) + \frac{6b_3}{R_{sh}} = 0 \\ & I_{0r} e^{\frac{b_0}{\eta V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{\eta V_{th}} \right)^4 + \frac{12b_2^2}{(\eta V_{th})^2} + \frac{12b_2(b_1-R_s)}{(\eta V_{th})^3} + \frac{24(b_1-R_s)b_3}{(\eta V_{th})^2} + \frac{24b_4}{\eta V_{th}} \right) + \\ & I_{0d} e^{\frac{b_0}{V_{th}}} \left(\left(\frac{b_1-R_s}{V_{th}} \right)^4 + \frac{12b_2^2}{(V_{th})^2} + \frac{12b_2(b_1-R_s)}{(V_{th})^3} + \frac{24(b_1-R_s)b_3}{(V_{th})^2} + \frac{24b_4}{V_{th}} \right) + \frac{24b_4}{R_{sh}} = 0 \end{aligned} \right. \quad (21)$$

5 RESULTS AND DISCUSSIONS

5.1 EXTRACTED PARAMETERS

The numerical resolution of the latter system is possible, but the analytical resolution requires the introduction of a new equation to eliminate the exponential term which contains the ideality factor. The number of parameters is five; it takes five equations to find the exact expression of these parameters. In this case, we happen to find the expression of four parameters, and the last parameter will be found numerically. This is the root of a polynomial of degree six, as a result:

$$\eta = \frac{b_2 (b_1 - R_s)^4 + 3 (b_1 - R_s)^2 (2 b_2^2 + b_3 (R_s - b_1)) V_{th}}{3 V_{th} ((-2 b_2^2 + b_3 (b_1 - R_s)) (b_1 - R_s)^2 - 4 (5 b_2^3 + b_4 (b_1 - R_s)^2 + 5 b_2 b_3 (R_s - b_1)) V_{th})} \quad (22)$$

$$R_{sh} = \frac{3 V_{th} (-2 b_2^2 + b_3 (b_1 - R_s)) (b_1 - R_s)^5 - 12 (b_1 - R_s)^3 (5 b_2^3 + b_4 (b_1 - R_s)^2 + 5 b_2 b_3 (R_s - b_1))}{(-4 b_2^2 + 3 b_3 (b_1 - R_s)) (b_1 - R_s)^4 - 6 V_{th} (b_1 - R_s)^2 (8 b_2^3 + 2 b_4 (b_1 - R_s)^2 + 9 b_2 b_3 (R_s - b_1)) - 6 (8 b_2^4 - 3 b_3^2 (b_1 - R_s)^2 + 4 b_2 b^4 (b_1 - R_s)^2 + 8 b_2^2 b_3 (R_s - b_1)) V_{th}}$$

$$I_{od} = \frac{-6 e^{\frac{b_0}{V_{th}}} (8 b_2^4 - 3 b_3^2 (b_1 - R_s)^2 + 4 b_2 b_4 (b_1 - R_s)^2 + 8 b_2^2 b_3 (R_s - b_1)) V_{th}^4}{(b_1 - R_s)^3 (b_2 (b_1 - R_s)^4 + 6 (b_1 - R_s)^2 (2 b_2^2 + b_3 (R_s - b_1)) V_{th} + 12 (5 b_2^3 + b_4 (b_1 - R_s)^2 + 5 b_2 b_3 (R_s - b_1)) V_{th}^2)} \quad (24)$$

$$I_{or} = -e^{\frac{b_0}{V_{th}}} I_{od} (\eta - 1) + \frac{(b_1 - R_s) (b_0 - I_{od} R_{sh}) + \eta (R_s + R_{sh} - b_1) V_{th}}{(b_1 - R_s) R_{sh}} \quad (25)$$

The last parameter R_s is a root of a polynomial of degree 6.

5.2 METHOD VALIDATION

To validate our method, several tests were performed on a PV cell "H750". A database of I-V measurements were taken with an automated electronic device designed and manufactured by our research team [14].

Tests are made on a basis consists of 64 points measured, ranging from (10^{-5} A; 19.03 V) to (2.8 A; 0.05 V). We will, first, find the polynomial coefficients, find the value of the series resistance, and then inject them into the previous expressions. The values obtained are compared with the statistical indicators following: The standard deviation (SD), the normalized root of the mean square error (NRMSE) and the "t-statistics", defined by following relations [15]:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (V_j - \hat{V}_j)^2} \quad (19)$$

$$NRMSE = \frac{(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (V_j - \hat{V}_j)^2)^{1/2}}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N V_j} \quad (20)$$

$$NMBE = \frac{\sum_{j=1}^N (\hat{V}_j - V_j)}{\sum_{j=1}^N V_j} \quad (12)$$

$$t = \sqrt{\frac{(N-1)MBE^2}{(RMSE^2 - MBE^2)}} \quad (13)$$

Where MBE and $RMSE$ defined by:

$$RMSE = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\hat{V}_j - V_j)^2 \right)^{1/2} \quad (14)$$

$$MBE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\hat{V}_j - V_j) \quad (15)$$

With $\hat{V}_j$, V_j are respectively the estimated and measured voltage value at the iteration j , and N is the number of measures.

The values of the polynomial coefficients found are presented in table 1, depending of degree of polynomial and corresponding statistical errors. Much polynomial degree's taken; the statistical indicators provide information on short-term performance of the fit, and regarding the surplus or under-estimation of fit. A higher value of NRMSE means bad performance of the polynomial model with the coefficients found. A positive value of NMBE implies an overestimate, while negative values indicate an underestimation.

Table 1. Polynomial coefficients of polynomial model

	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8
b_0	-0.0377	-0.1679	-0.1501	-0.14906	-0.15014
b_1	-0.3228	0.1993	-0.05146	-0.11632	0.17493
b_2	0.10426	-0.1003	0.03899	0.08579	-0.16862
b_3	-0.01058	0.0173	-0.01069	-0.02339	0.06344
b_4	3.36e-4	3.147e-5	0.00136	0.00305	-0.01218

Table 2. Statistical indicators of polynomial model

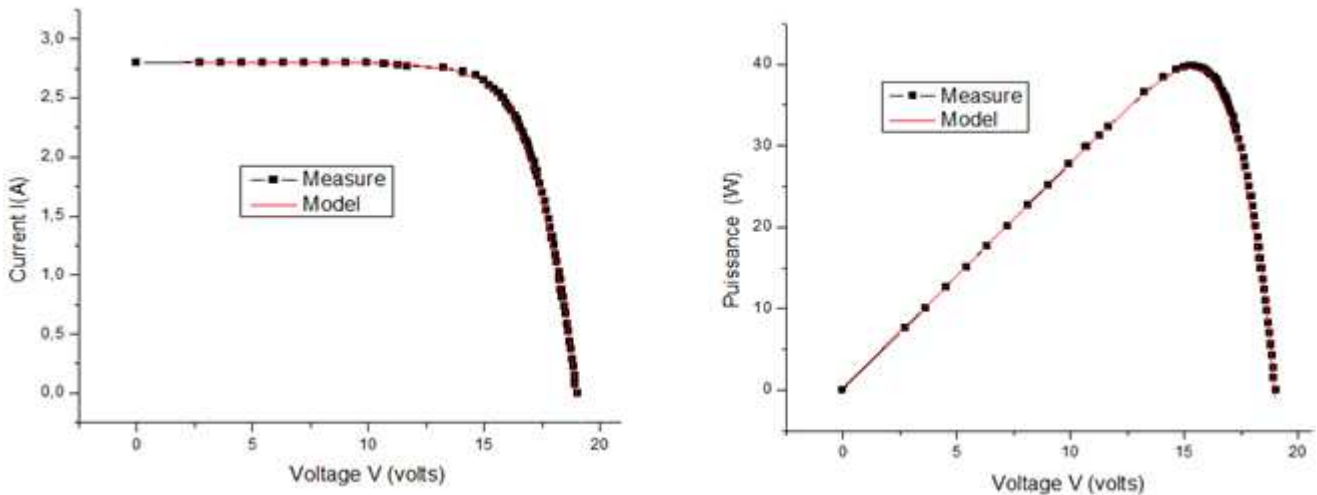
	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8
$SD(10^{-9})$	0.25	0.84	3.6	5.86	3.21
$t(10^{-1})$	1.26	4.52	6.53	3.65	2.43
NMRSE	1.02	0.81	0.27	0.74	0.58
NMBE	0.39	0.14	0.36	0.95	0.74

After finding the coefficients of the polynomial, the determination of intrinsic electrical parameters is the next step. A polynomial of degree six has six roots, and numerical resolution was made with the predefined functions of same mathematical software. The values found of electrical parameters and those statistical indicators are grouped in table 3. The obtained values of electrical parameters depends on the degree of the polynomial, the statistical indicators shows that the results obtained by this new technique are relatively acceptable.

Table 3. Electrical parameters and statistical indicators of electrical model

	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8
η	1.22	1.42	1.33	1.41	1.39
$I_{0r} 10^{-6} (A)$	2.06	1.95	1.85	1.82	1.87
$I_{0d} 10^{-12} (A)$	1.13	0.73	1.29	2.15	2.43
$R_s (\Omega)$	1.92	1.05	0.26	0.45	0.29
$R_{sh} (\Omega)$	216.25	165.62	114.25	124.58	110.29
$SD (10^{-9})$	10.59	9.93	9.44	12.84	9.68
$t (10^{-1})$	9.83	8.97	8.23	9.16	8.74
NMRSE	1.08	0.52	0.46	0.95	0.73
NMBE	0.85	-0.74	0.82	1.004	0.86

Indeed, the found values for the statistical indicators with (n=6) were the lowest. So, the corresponding electrical parameters are considered afterwards. Regarding convergence, it converges always because the polynomial model used can fit any other model, changing his degree as showed in table 2. This technique is very fast, and it can be used at real time, to extract models parameters. Dependency between the degree of the polynomial and values of the parameters found, is not a problem, it is rather an advantage of the method, because this dependency ensures convergence and improved accuracy. These results were confirmed by characteristics ($I=f(V)$, $P=g(V)$) of the PV cell :

Fig. 4. ($I-V$) and ($P-V$) characteristics of electrical model (equations 1, 3) and measures

The determination of PVC electrical parameters allows deducing the behavior of these cells. Among the elements of this behavior are dynamic resistance ($R_d=V/I$) and internal resistance ($R_{in}=(V_{co}-V)/I$) of the PV cell (Figure 5).

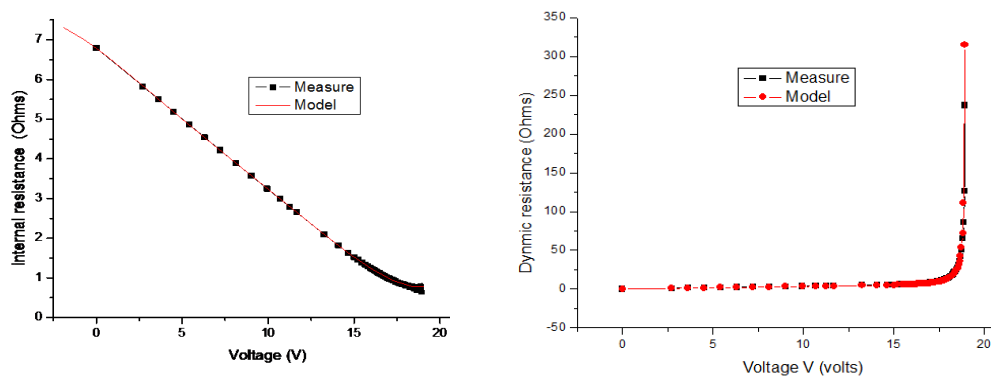


Fig. 5. Dynamic and internal resistances of PVC

6 CONCLUSION

The electric model used in this study for photovoltaic cells, is the double exponential model. These intrinsic electrical parameters are determined with polynomial model coefficients. This extraction is done by calling a polynomial model, to compare with the theoretical model. The equality of these two models allows setting the parameters sought. The results obtained by this technique show that it is effective for the parameters extraction of theoretical models describing the behavior of photovoltaic cells. The proposed method is always accurate and converges independently of the initial values, and it is very fast to use in real time applications.

REFERENCES

- [1] Sze, Physics of Semiconductor Devices, Wiley, New York, (1969).
- [2] A. Ortiz-Conde, F.J. G. Sánchez, J. Muci, "New method to extract the model parameters of solar cells from the explicit analytic solutions of their illuminated I-V characteristics", Solar Energy Materials and Solar Cells 90, pp. 352-361, 2006.
- [3] V. Mikhelashvili, G. Eisenstein, V. Garber, S. Fainleib, G. Bahir, D. Ritter, M. Orenstein and A. Peer, "On the extraction of linear and nonlinear physical parameters in nonideal diodes", J. Appl. Phys., vol. 85, pp. 6873- 6883, 1999.
- [4] S. Yadir, S. Assal, M. khaidar, M. Sidki, M. Benhmida, A. Malaoui. "Extraction of Solar Cell Physical Parameters Model with Double Exponential from Illuminated I-V Experimental Curve". Global Journal of Physical Chemistry, pp 236-240, 2011.
- [5] A. Jain and A. Kapoor, "Exact analytical solutions of the parameters of real solar cells using Lambert Wfunction", Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 81, pp. 269-277, 2004.
- [6] T. Easwarakhanthan, J. Bottin, I. Bouhouch and C. Boutrit, 'Nonlinear Minimization Algorithm for Determining the Solar Cell Parameter with Microcomputers', International Journal of Sustainable Energy, Vol. 4, N°1, pp. 1 –12, 1986.
- [7] A. Ortiz-Conde, F. J. García Sánchez and M. Guzmán, "Exact analytical solution of channel surface potential as an explicit function of gate voltage in undoped-body MOSFETs using the Lambert W function and a threshold voltage definition therefrom", Solid-State Electronics, vol. 47, pp. 2067-2074, 2003.
- [8] Y. Nesterov, 'Introductory Lectures on Convex Optimization: A Basic Course', Applied Optimization, Kluwer Academy Publishers, Boston, 2004.
- [9] T.C. Banwell, "Bipolar Transistor Circuit Analysis Using the Lambert W-Function", IEEE Trans. Circuits and Systems I, vol. 47, pp. 1621-1633, 2000.
- [10] A. Caralli, A. Ortiz-Conde and F.J. García Sánchez, "Percentage Area Difference (PAD) as a measure of distortion and its use in Maximum Enclosed Area (MEA), a new ECG signal compression algorithm", Int. Caracas Conf. on Cir. Dev. and Sys., (Aruba), pp. I035- 1- I035-5, 2002.
- [11] Abdessamad Malaoui, Abdelmajid Elmansouri. « Deux nouvelles méthodes complémentaires pour l'extraction optimale des paramètres électriques des jonctions ». Revue des Energies Renouvelables CDER, Vol. 13, N°2, 2010.
- [12] B.T. Polyak, 'Introduction to Optimization on Multistep Gradient Methods', 1987.
- [13] O. Aomari, A. Malaoui, et al. "Implementation of a new analytical technique to determine the electrical parameters of junction models". Global Journal of Physical Chemistry, pp 68-72, 2011.
- [14] Abdessamad Malaoui, "Implementation and tests of an automatic system to improve electrical energy in photovoltaic installations," International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 8, no. 1, pp. 328–340, 2014.
- [15] A. Malaoui, "Automatisation en température par microcontrôleur d'un banc de mesure ultrasonore: Applications au contrôle qualité en agroalimentaire.", thèse de doctorat de l'Université de Provence, 2005.
- [16] Oueriagli, A., Kassi, H., Holchandani, S. & Leblanc, R.M. Analysis of dark current-voltage characteristics of Al/chlorophyll a/Ag sandwich cells., J. Appl. Phys., 71, 5523-553, 1992.

L'entrepreneuriat comme orientation de carrière : Le cas des ingénieurs marocains

[Entrepreneurship as a career path: The case of the Moroccan engineers]

Taoufik YATRIBI and Said BALHADJ

Département Management et Audit des Organisations, Ecole Nationale de Commerce et de Gestion de Tanger, Maroc

Copyright © 2016 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: Based on qualitative research, this article aims to study the entrepreneurial motivation of 12 Moroccan engineers who resigned to start their own business. The results of the textual analysis of the case allow to identify a set of push and pull motivation factors. The most important result of this study is the emergence of a new factor, the "degree of utilization of skills" as an entrepreneurial motivation. Also, the results of our research show the importance of the "role model" and "entrepreneurial self-efficacy" in the entrepreneurial decision. Given these results, several recommendations will be presented and the research track will be offered.

KEYWORDS: Entrepreneurial motivation, turnover, job dissatisfaction, engineer.

RESUME: S'appuyant sur une étude qualitative, cet article a pour objet d'étudier la motivation entrepreneuriale auprès de 12 ingénieurs marocains ayant démissionné pour créer leur propre entreprise. La caractéristique la plus marquante de cette étude est l'apparition d'un nouveau facteur, le « degré d'utilisation des compétences », comme antécédent de la motivation entrepreneuriale. Les résultats de notre recherche permettent aussi de mettre en lumière le rôle déterminant du « *role model* », et le « sentiment d'auto-efficacité entrepreneuriale » dans la prise de décision entrepreneuriale chez les cadres-ingénieurs. Compte tenu de ces résultats, plusieurs recommandations seront formulées, et des pistes de recherches seront proposées.

MOTS-CLEFS: Motivation entrepreneuriale, départ volontaire, insatisfaction au travail, ingénieur.

1 INTRODUCTION

Pendant ces dernières années, l'entrepreneuriat est devenu une orientation de carrière toute à fait crédible permettant aux salariés d'allonger leurs carrières au-delà des frontières de l'entreprise. Au Maroc, pays vers lequel nous dirigeons notre intérêt dans cette étude, il existe une tendance notamment pour la tranche d'âge de 30 à 45 ans, puisque celle-ci tend à quitter son emploi pour s'investir dans des projets. Cette tendance peut s'expliquer, d'une part, par la détérioration de la perception de la valeur d'une carrière traditionnelle [1], mais également par l'arrivée de la génération « Y » sur le marché de travail, considérée plus entrepreneuriale que les générations précédentes [2].

Cette situation doit nous interpeller, car les organisations sont appelées à faire face aux départs de salariés « hautement qualifiés ». Il s'agit de salariés qui, en plus de leurs compétences managériales de gestionnaire, possèdent des aptitudes additionnelles spécifiques et difficilement transmissibles. Le contexte actuel s'annonce de « guerre des talents » et de la recherche de « hauts potentiels » sur le marché de travail. Les entreprises ont besoin plus que jamais de garder leurs meilleurs salariés, mais aussi, se doter des pratiques de gestion des ressources humaines afin de motiver et mobiliser ses collaborateurs.

Paradoxalement, l'attrait de l'entrepreneuriat auprès des salariés, suscite la recherche de réponses quant à leur accompagnement. Leur tendance à privilégier une carrière entrepreneuriale peut être considérée comme une réelle opportunité dans une perspective de relance économique et sociale. L'apparition de cette nouvelle catégorie d'entrepreneurs interroge la recherche actuelle sur les possibilités d'accompagnement entrepreneurial.

Pour répondre à ce double questionnement, dans la perspective de fidélisation des ressources humaines, mais aussi aux possibilités d'accompagnement entrepreneurial, cette étude de nature qualitative exploratoire, vise à comprendre ce qui peut amener un salarié à quitter son emploi pour créer sa propre entreprise. Bien qu'il est largement admis que la décision de devenir entrepreneur découle souvent d'une motivation et arrive rarement par accident [3], nous allons nous focaliser sur la motivation entrepreneuriale d'un groupe spécifique d'entrepreneurs : les cadres-ingénieurs marocains qui décident de quitter leurs emplois pour créer leurs entreprises. Le choix des ingénieurs comme un terrain de recherche nous semble intéressant, car cette population d'ingénieurs s'avère stratégique pour les entreprises. En effet, la référence [4, p. 77] cite la référence [5] pour rappeler que « leur formation scientifique et technique ainsi que leur expérience professionnelle leur confèrent une capacité à innover et les préparent, en particulier, à être des éléments pivots de l'innovation technologique ». Les ingénieurs sont en effet la principale source d'innovation [6] et d'accumulation de compétences pour l'entreprise et le pays [7]. Puisque cette population spécifique présente des particularités en termes de gestion des carrières (par exemple, [8], [11]), il est possible qu'elle ait également des attentes particulières en termes de satisfaction au travail.

En se basant sur la dichotomie de motivation « Push » et « Pull », nous allons tenter d'identifier d'une part les facteurs ayant poussés le cadre-ingénieur à quitter son emploi (effet push). Et d'autre part, nous allons essayer de cerner les facteurs d'attraction à l'entrepreneuriat (effet pull).

Les implications de cette étude se veulent à la fois théorique et managériale. En effet, la littérature dans le domaine de l'entrepreneuriat au Maroc n'apporte pas de réponses à nos questionnements. Nous n'avons rencontré aucun travail de recherche qui s'intéresse directement à ce sujet, à l'exception faite des apports de quelques chercheurs (par exemple, [13], [16]). A l'échelle internationale, il existe une vaste littérature sur la motivation entrepreneuriale (par exemple, [17], [19], [20], [21], [22]), mais très peu de recherches ont étudié le cas du salarié devenu entrepreneur. Les très peu travaux de recherches existant sur la transition du statut d'employé à celui d'entrepreneurs, reviennent à des thèmes spécifiques comme ceux qui portent sur les séniorepreneurs [23], ou les mampreneurs [24].

Notre article s'organise en quatre parties. Après avoir présenté le cadre théorique de notre recherche, nous présentons ensuite le choix de la méthode retenue pour cette recherche. La troisième partie sera consacrée à la présentation des résultats, nous discuterons ensuite les principales caractéristiques de cette étude, ensuite plusieurs recommandations seront formulées et des pistes de recherches pertinentes seront proposées.

2 CADRE THÉORIQUE

La motivation entrepreneuriale a fait l'objet de plusieurs études, nous n'aborderons ici que les éléments qui nous paraissent essentiels. Il existe en effet deux corpus théoriques, appelés « Push » et « Pull », largement acceptés dans la littérature pour expliquer la motivation entrepreneuriale. Le premier fait référence à la « nécessité », un pis-aller, le deuxième corpus relève de l'autonomie ou de l'indépendance. Le Global Entrepreneurship Monitor¹ [GEM] respecte cette dichotomie. D'après leur vision, il y a deux raisons principales qui poussent les individus à créer leur entreprise : ils perçoivent une opportunité d'affaires, ou sinon ils voient l'entrepreneuriat comme le dernier recours [25].

Dans la théorie « pull », la création d'entreprise est considérée comme le résultat d'une culture entrepreneuriale [26]. Les individus décident de créer leur propre entreprise pour répondre à leur propre besoin. Le besoin étant la principale source de la motivation de l'individu [27]. La référence [68] souligne que « les besoins sont donc à l'origine de la motivation, et la recherche de leur satisfaction entraîne l'individu dans l'action, cette dernière prenant la forme de la création d'une entreprise ». Des travaux récents (par exemple, [28], [29], [30]) indiquent que le besoin d'autonomie et d'indépendance, le besoin d'accomplissement, sont les principales sources de motivation, elles se positionnent souvent parmi les premières citations de la motivation entrepreneuriale. La référence [26] indique que les individus peuvent être attirés vers la création d'entreprise par un désir d'indépendance, même si le bénéfice est limité. La recherche de l'enrichissement financier n'est pas

¹ Le Global Entrepreneurship Monitor est un groupe qui renseigne sur l'activité entrepreneuriale dans le monde.

toujours une source de motivation, dans ce cas c'est la recherche d'une vie plus confortable (équilibre entre vie privée et vie professionnelle), qui poussera le salarié à choisir le travail indépendant.

Pour d'autres individus, c'est la découverte d'une opportunité d'affaire qui va les pousser à créer une entreprise. Selon la référence [31], la reconnaissance d'opportunité d'affaire est un trait fondamental de l'entrepreneur. Ainsi, la capacité à identifier des opportunités, en plus d'être la principale caractéristique entrepreneuriale, elle est fortement liée à la décision d'entreprendre [17]. La référence [33] indique que certains traits de personnalité permettent d'avoir la capacité de découvrir des opportunités d'affaire. Aussi, le fait d'appartenir à une famille d'entrepreneurs semblerait aider dans le développement d'un esprit entrepreneurial [31]. Le facteur d'opportunité est présent dans la plupart des définitions de l'entrepreneuriat (par exemple, [35], [31]). Il peut être interprété, finalement, comme une possibilité d'enrichissement financier [22]. Ainsi, l'entrepreneur opportuniste est conduit principalement par la recherche d'un gain économique [18].

Dans la théorie « Push », les individus sont poussés vers l'entrepreneuriat répondant à des motivations négatives (Chômage, perte d'emploi, perspective d'évolution limitée, etc.). Cependant, certains travaux indiquent que l'insatisfaction au travail est la principale source de motivation entrepreneuriale du salarié (par exemple, [36], [37], [38]). Certains travaux aussi, montrent que l'insatisfaction au travail influence l'intention entrepreneuriale des salariés (par exemple, [42], [43], [43]) indiquent que l'insatisfaction au travail n'est pas une notion propre à l'entrepreneuriat. En effet, dans les études qui portent sur la fidélisation des salariés, le « turnover » s'explique généralement comme un manque d'implication dû, entre autres, à une insatisfaction au travail. Cette insatisfaction peut pousser l'individu vers un changement de poste ou d'organisation, comme le montre la référence [44], l'insatisfaction au travail se présente comme le facteur principal de l'intention de départ.

L'influence de l'insatisfaction au travail sur l'intention de quitter l'entreprise pour entreprendre est particulièrement pertinente, car ces salariés sont à la recherche d'un travail plus valorisant. La référence [45] indique qu'un salarié sera motivé de créer son entreprise si la satisfaction de l'emploi salarial est inférieure à la satisfaction perçue en étant indépendant. Ainsi, faire le choix entre continuer sa carrière autant que salarié dans une autre entreprise et créer sa propre entreprise dépend de l'intensité de l'insatisfaction au travail qui poussera l'individu à rejeter complètement l'idée de continuer de travailler chez un employeur [43]. La référence [46] souligne que l'intensité de l'insatisfaction au travail peut amener les individus à changer complètement leur domaine d'activité.

3 MÉTHODE DE RECHERCHE

Dans cette recherche, nous avons opté pour une démarche qualitative exploratoire. Le choix d'une approche qualitative se trouve motivé par le caractère exploratoire de cette recherche. La référence [47] indique que les méthodes qualitatives sont mieux adaptées pour appréhender la complexité de la motivation entrepreneuriale. L'étude a été basée sur une analyse approfondie à partir des récits de vie de 12 ingénieurs marocains ayant démissionné de leurs emplois pour créer leurs propres entreprises.

L'approche par entretien semi-directif s'avère particulièrement adéquate pour étudier le phénomène de création d'entreprise [48]. Elle est adaptée aux études qui cherchent à comprendre et interpréter le sens que donne les personnes à leurs carrières, aussi bien de manière générale que dans le cas d'un changement de carrière [49]. En le faisant, l'individu décrit sa trajectoire professionnelle, les différents événements vécus, auxquels l'individu interrogé attribue un sens [48].

Lors des entretiens, nous avons essayé de se focaliser plus sur les raisons de changement de carrière, du salariat à l'entrepreneuriat. Des relances étaient nécessaires pour approfondir certains aspects (« Pouvez-vous être plus explicite concernant...»). Deux thèmes ont été abordés : Les raisons de quitter son emploi, et les motivations de créer une entreprise.

Nous avons ensuite choisi le logiciel NVIVO International QSR 10, pour analyser le contenu des données textuelles et de dégager des univers sémantiques. Nous avons alors obtenu une classification mettant en évidence deux univers sémantiques stables (voir figure 1).

Le choix de la taille de notre échantillon s'est fait selon le principe du point de saturation. Nous avons arrêté les études de cas lorsque celles-ci n'apportent plus de nouvelles à notre étude. Le choix des individus interrogés (8 hommes et 4 femmes) s'est fait d'une manière non aléatoire (méthode d'échantillonnage de boule de neige). La référence [50] souligne que cette méthode d'échantillonnage non aléatoire est utile lorsqu'on recherche la compréhension d'un phénomène nouveau, qui n'est pas assez étudié. Nous avons veillé à choisir des individus qui partageaient des caractéristiques similaires (une expérience professionnelle reconnue, avoir le statut d'ingénieur avant la création d'entreprise, l'individu à quitter son entreprise par sa propre volonté, hors licenciement ou un plan d'essaimage). Enfin, les entretiens se sont déroulés dans des endroits différents selon la disponibilité du répondant, ils ont duré en moyenne quatre-vingt minutes.

La figure 1, ci-dessous, présente la composition de notre échantillon par sexe, âge à la création, et le domaine professionnel.

Tableau 1. Présentation des cas

Identification	Sexe (M = Masculin)	Age (à la création)	Domaine professionnel (employé)	Domaine professionnel (entrepreneur)
M1	M	36	Bancaire	Import et Distribution
M2	M	40	Bancaire	Cabinet d'Audit et conseil
M3	M	38	Télécom	Câblage téléphonique
M4	M	41	Consulting	Conseil et Coaching
M5	M	45	Télécom	Change et Transfert d'argent / Location de voiture
M6	M	40	Les Mines	Construction métallique
M7	M	42	Télécom	Consulting / Location de voiture / Restauration
M8	M	43	BTP	BTP
F9	F	42	Industrie pharmaceutique	Laboratoire d'analyse médical
F10	F	45	Informatique	Restauration
F11	F	35	BTP	Air et fluides
F12	F	38	Marketing	Enquête et sondage

La composition de l'échantillon (33 % d'entrepreneurs féminins) s'est avérée cohérente avec la littérature, ainsi qu'avec les enquêtes de création d'entreprise. La création d'entreprise a préalablement été associée avec le genre [67]. Il est en effet apparu que les hommes sont plus aventureux dans leur carrière.

4 RÉSULTATS

L'analyse des cas fait apparaître deux ensembles de facteurs de motivation. Le premier fait référence à une insatisfaction au travail (effet Push), le deuxième est lié aux caractéristiques individuelles (effet Pull). Pour présenter les résultats, nous avons voulu respecter cette dichotomie Push et Pull. Les facteurs motivationnels sont illustrés dans la figure 1.

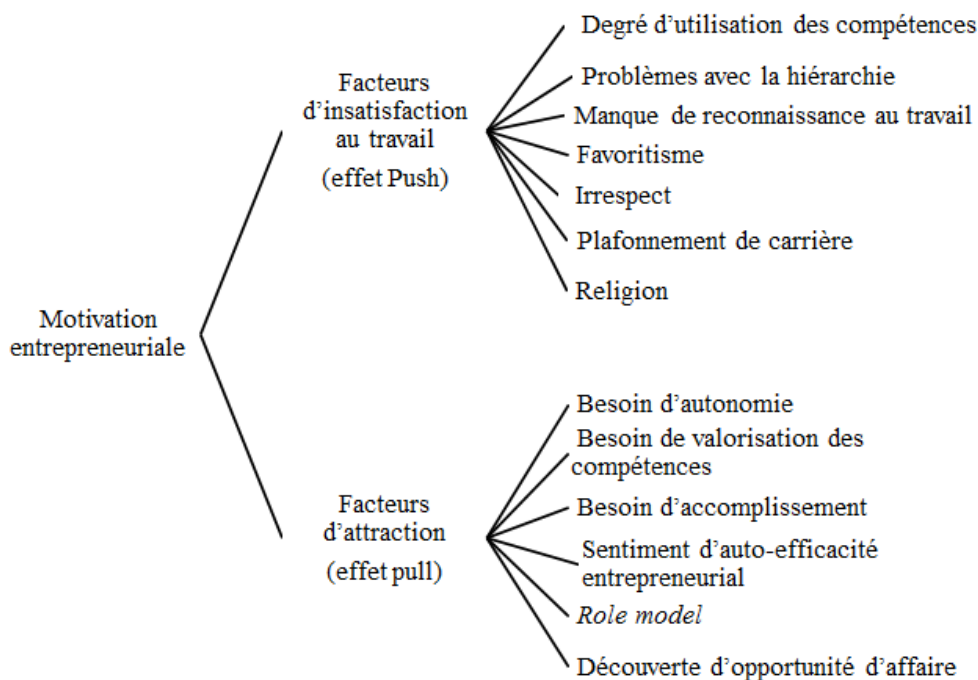


Figure 1 : Arbre des facteurs push et pull de motivation entrepreneuriale

4.1 LES FACTEURS QUI INCITENT À QUITTER L'ENTREPRISE (EFFET PUSH)

L'analyse des cas montre que l'insatisfaction au travail est le principal motif du départ de l'entreprise. Elle est définie comme un état émotionnel résultant de l'évaluation faite par une personne de son travail ([51]– cité par [52]). L'analyse des entretiens a permis de ressortir plusieurs facteurs liés à l'insatisfaction au travail dont principalement : le degré d'utilisation des compétences, les problèmes avec la hiérarchie, la rémunération, le manque de reconnaissance, le plafonnement de carrière, le favoritisme, l'irrespect, les horaires et lieu de travail, le facteur religieux.

Le **degré d'utilisation des compétences** fait référence au sentiment de dévalorisation et de dépréciation des compétences suite aux possibilités limitées de leurs utilisations dans l'entreprise. Elle se manifeste comme la variable d'insatisfaction la plus citée dans l'étude (7 cas sur 12, uniquement des hommes). Ce facteur n'a pas été cité avant dans la littérature comme une motivation entrepreneuriale, mais apparaît discrètement comme une sous-dimension de latitude dans le questionnaire de « Karasek » relatif à la mesure des facteurs psychosociaux [53].

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Chez l'entreprise X c'était la bureaucratie tu suis le système, tu es cadré, tu n'as pas une marge de manœuvre pour montrer toutes vos compétences, tu suis le système c'est tout (M1) »
- « [...] le salarié reste limité aux besoins des clients de la société...je n'avais pas la possibilité d'exploiter toutes mes compétences (M8) ».

Les répondants indiquent qu'ils étaient plus ancrés dans une logique technique du métier, ils travaillent selon les directives reçues de la hiérarchie, et les domaines d'intervention restent souvent tributaires aux besoins des clients.

Une des facteurs les plus cités dans l'étude (7 des 12 cas étudiés, dont deux femmes) correspond aux **problèmes avec la hiérarchie**. Nous avons constaté que le problème avec la hiérarchie est présent chez les répondants animés par le désir de participer à la prise de décision, par le désir de proposer de nouvelles idées ou des méthodes de travail différentes. Ces individus se sont retrouvés dans un environnement managérial défavorable pour ce type de comportement.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] J'ai travaillé dans une entreprise quand on essaie de donner des idées, le patron nous dit faut jamais prendre des initiatives [...] comme il nous condamne à devenir bête (M2) »
- « [...] L'avis des salariés n'est pas considéré par les patrons lors des prises de décisions (M8) »

Les problèmes avec le supérieur hiérarchique sont considérés parmi les premières causes de démission (par exemple, [54], [55]).

Deux facteurs d'insatisfaction ont été mentionnés par cinq répondants. Il s'agit de la **rémunération** et le **manque de reconnaissance**. La question de la rémunération du salarié révèle d'une grande importance, ils constituent une marque de reconnaissance de la part de l'organisation envers les personnes qui s'engagent pleinement dans leur travail [56]. Certains considèrent les récompenses financières substantielles comme un facteur de motivation, d'autres estiment que l'important pour ces derniers est d'exprimer leur potentiel, tout en étant reconnus pour leurs contributions.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Pas mal de fois j'ai travaillé les weekends, je reste à 8h du soir (...) les primes n'étaient pas à la hauteur (M3) »
- « [...] j'ai quitté parce que la charge du travail a augmenté et les salaires ne bougeaient pas suffisamment (M5)].

D'autres répondants remettent en question le **système de récompense** de l'entreprise, ils réclament une préférence pour une rémunération basée sur le rendement. Un salaire fixe est loin d'être une source de motivation au travail, sachant que les ingénieurs bénéficient généralement des plus hauts salaires sur le marché du travail. Les répondants estiment que les efforts fournis dans le travail dépassent largement les récompenses financières reçues.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] La rémunération n'est pas proportionnelle au chiffre d'affaire, l'entreprise faisait des bénéfices mais nos salaires ne bougeaient pas suffisamment (M9) »
- « [...] J'aurais aimé qu'une partie de mon salaire soit fixe, et une partie soit variable selon mon rendement (M8)].

Dans notre étude, il s'est avéré que l'entrepreneuriat apparaît aussi comme une solution au **plafonnement de carrière** (4 cas sur 12, dont une femme). L'entrepreneuriat a été perçu comme une alternative permettant d'allonger la carrière du

salarié au-delà des frontières de l'entreprise. Ainsi, quatre répondants ont déclaré que leurs perspectives d'évolution étaient limitées.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] J'avais de très bons résultats, et ces résultats ont bloqué ma carrière, l'entreprise n'avait pas intérêt à me changer de place même si je touchais le salaire d'un directeur (M4) »
- « [...] Je me suis présenté deux fois pour le poste de directeur régional, sans succès, ils ont fait passer quelqu'un d'autre (F9) ».

Les récompenses financières, la reconnaissance des efforts, et le plafonnement de carrière sont liés chez certains répondants au **favoritisme** de certains salariés au détriment des autres (4 cas sur 12, dont une femme). Le favoritisme provoque souvent la déception, la démotivation, et l'insatisfaction au travail, ce qui pousse l'individu à quitter son emploi.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Certaines personnes bénéficient des projets ou il y a de vrais avantages (missions à l'étranger, formation, etc.) et d'autres on leur donne des projets moins intéressants (M3) »
- « [...] Là où j'ai travaillé ce n'est pas les compétences qui vont faire progresser ta carrière, il faut être soutenu aussi par des personnes influant [...] le lobbying (F11) ».

Deux autres facteurs d'insatisfaction ont été mentionnés. Il s'agit, premièrement, de l'**irrespect** (3 cas sur 12, dont une femme), et la possibilité de réduire le **temps de travail**, et choisir le **lieu de travail**. Deux femmes parmi les quatre interrogées, semblent plus touchées par le problème de conciliation du travail avec la vie familiale. L'entrepreneuriat semblerait fournir une alternative plus équilibrée.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Entre le jour et la nuit on vous met quelqu'un dans la hiérarchie et qui commence à exercer sa hiérarchie d'une manière abusive, et moi je ne suis pas du genre qui accepte ça (M6) »
- « [...] Je voulais quelque chose qui va me donner du temps libre pour mes enfants (F10)] »
- « [...] J'avais des déplacements, je m'absente parfois jusqu'à trois jours et à cette époque mon fils n'avait que 3 ans (F12) ».

Finalement, un seul répondant s'est manifesté poussé à la création de son entreprise par le **facteur religieux**. Eskildsen et Nüssler (2000) montre que le sous-système culturel a un effet sur la satisfaction et la fidélité des salariés. Un salarié peut être amené à quitter l'entreprise en cas de conflit entre les valeurs de son emploi et ses valeurs personnelles,

Extrait de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Quand la conscience s'est réveillée, je me suis senti coupable [...] je voulais carrément quitter le domaine bancaire (M6)].

Cependant, seuls les facteurs d'insatisfaction au travail ne conditionnent pas le départ du cadre-ingénieur marocain vers l'entrepreneuriat, d'autres facteurs d'ordre personnels interviennent au même temps dans la décision de devenir entrepreneur.

4.2 LES FACTEURS QUI INCITENT A L'ENTREPRENEURIAT (EFFET PULL)

L'analyse des entretiens a permis de repérer sept facteurs d'attraction (pull) : la recherche d'autonomie, le besoin de valorisation des compétences, le besoin d'accomplissement, le sentiment d'auto-efficacité entrepreneuriale, le « *role model* » (l'envie de faire comme les autres qui ont réussi), et la découverte d'une opportunité d'affaire.

La **recherche d'autonomie** ou le désir d'indépendance est reconnu comme un facteur classique d'attraction de l'entrepreneuriat. Les résultats de l'analyse textuelle montrent que huit répondants de notre échantillon d'étude (8 sur 12 cas) ont choisi de créer leur entreprise principalement par un besoin d'autonomie. Cependant, les attentes en matière d'autonomie divergent selon le répondant. Certains réclament un besoin d'autonomie pour mettre en œuvre leurs propres idées de travail, d'autres, pour avoir plus de flexibilité dans les horaires de travail, ou encore dans son organisation.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Je n'aime pas être dépendant de quelqu'un, je souhaite créer mon propre projet qui correspond à ma passion et le développer à mon goût [...] dans le système salarial on n'est jamais libre à faire ce qu'on souhaite faire (M2) ».

- « [...] à un certain moment dans ma carrière, je ne pouvais plus supporter la hiérarchie et le fait de travailler pour quelqu'un d'autre, je voulais être autonome, travailler pour moi-même (M8) ».

D'autre part, le **besoin de valorisation des compétences** apparaît comme le deuxième facteur d'attraction le plus dominant dans les discours des répondants (7 sur 12 cas). Pour ces individus, l'entrepreneuriat apparaît comme un moyen de valorisation et de développement des compétences. Elle est perçue comme une alternative à la carrière traditionnelle, permettant de valoriser les idées, relever des défis, et acquérir de nouvelles compétences liées à la création d'entreprise.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Quand j'étais à l'entreprise X, j'étais cadré, tu ne peux pas par exemple réfléchir stratégie ou repenser la gestion ou le management de l'entreprise, non vous ne pouvez pas faire ça (M2) ».
- « [...] Sur le plan personnel j'étais saturé, la banque ne pouvait plus rien me donner il fallait que je cherche autre chose pour développer mes compétences (M6) ».
- « [...] Alors le souci c'était le fait que je voulais développer plus mes compétences dans le sens que je veux (M8) ».

Nous n'avons rencontré aucun travail de recherche qui fait référence à ce facteur comme une motivation entrepreneuriale, mais il ressort de notre étude que les ingénieurs accordent une importance particulière à la valorisation de leurs compétences.

Le **besoin d'accomplissement** se place aussi au même niveau d'importance que les deux facteurs précédents (7 sur 12 cas). Il fait référence au désir de réussite tant au niveau personnel que professionnel. C'est le cas, entre autres, du répondant 2 et 5,

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Quand vous êtes ambitieux vos objectifs ne peuvent pas se réaliser dans un travail salarial (M2) ».
- « [...] La création de ma propre entreprise m'a permis de se sentir bien dans ma peau, j'ai senti que j'ai réalisé quelque chose dans ma vie (M5) ».

Cette variable est soulignée par de nombreux chercheurs comme un antécédent de la motivation entrepreneuriale (par exemple, [19], [22]).

Notre étude révèle l'importance du facteur « **role model** » dans la prise de décision entrepreneuriale (6 sur 12 cas). Il correspond à la présence d'entrepreneurs dans l'entourage de l'individu. Les répondants ont indiqué que lorsqu'ils étaient encore des salariés, certains de leurs collègues/amis avaient réussi à créer leur propre entreprise. Les répondants reconnaissent que le fait de côtoyer ces personnes, leur a donné l'envie de faire la même chose qu'eux. Ce facteur a été souligné dans plusieurs travaux comme une source d'inspiration à la création (par exemple, [17], [32], [57]).

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] J'ai deux de mes amis qui ont quitté le système salarial avant moi et qui ont réussi (...) ça m'a encouragé (M3) ».
- « [...] J'avais un ami qui s'est lancé en affaire avant mon départ je l'ai aidé un peu, il a réussi dans son projet, il m'a donné une poussée psychologique que la personne peut faire un projet indépendant (M5) ».

Il ressort aussi de notre étude, que l'expérience accumulée durant la carrière a permis aux répondants d'avoir une certaine **auto-efficacité entrepreneuriale**. Le sentiment d'auto-efficacité entrepreneuriale correspond à la croyance d'un individu en sa capacité d'accomplir les tâches spécifiques qu'il entreprend [29]. Plusieurs répondants ont fait l'éloge de leur auto-efficacité entrepreneuriale, et indiquent clairement que la confiance en leurs compétences joue un rôle déterminant dans le passage à l'acte entrepreneurial.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] J'avais confiance en mes compétences et que je pouvais bien réussir mon projet (M1) »
- « [...] Quand tu es sûr de tes compétences ça devient plus facile de faire le pas (M2) ».

Il semble aussi que le sentiment d'auto-efficacité entrepreneurial a une influence sur le risque perçu.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Quand tu es compétent ou tu crois que tu es compétent, le risque d'échec est réduit, tu ne navigues pas dans le noir (M2) »

- « [...] J'ai le savoir-faire, l'expérience, fallait que j'exploite tout ça et je me suis dit qu'il n'y a pas de raison pour que mon projet ne réussisse pas (M6) ».

Il ressort des discours des répondants que le départ de l'entreprise pour entreprendre est une décision rationnelle, dans la mesure où l'aventure entrepreneuriale n'impacte en aucun cas, l'avenir de l'individu et celle de sa famille. C'est le cas par exemple du répondant M1 et M4.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Quand vous avez une famille des responsabilités vous ne pouvez pas risquer votre avenir [...] j'avais d'autres ressources financières (M1) »
- « [...] Si mon projet a échoué j'avais la possibilité de retourner à un emploi salarial (M4) ».

Enfin, deux cas ont déclaré avoir été motivés vers la création d'entreprise suite à la découverte d'une **opportunité d'affaire**.

Extraits de verbatim qui illustrent notre propos :

- « [...] Entre 2006 et 2009, il y avait une explosion du domaine du Telecom, y avait un réel besoin dans les travaux de câblage (M5) »
- « [...] Quand j'étais chargé d'affaire dans la banque X, j'ai observé le besoin de nos clients dans l'optimisation des charges, donc je voulais exploiter cette occasion, maintenant je travaille indépendamment comme un Cost-Killer (M6) ».

4.3 LA COMPOSITION DE LA MOTIVATION ENTREPRENEURIALE

La composition de la motivation entrepreneuriale montre que pour chaque individu interrogé, l'existence d'une composition singulière de facteurs de motivation (Push et Pull). D'après les résultats de notre étude, nous avons réalisé que le passage à l'entrepreneuriat découle d'une décision rationnelle. Cette décision prend en compte la situation dans l'emploi et les aspirations à la fois professionnelles et personnelles.

Le tableau suivant montre les différents facteurs de motivation ayant conduit chaque répondant à quitter son travail pour créer son entreprise.

Tableau 2. La composition de la motivation entrepreneuriale chez l'ingénieur

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	F9	F10	F11	F12
Facteurs de Poussée (Push)												
Degré d'utilisation des compétences	X	X		X	X	X	X	X				
Hiérarchie	X	X		X	X	X		X		X		
Rémunération	X		X		X			X			X	
Reconnaissance	X				X	X		X			X	
Favoritisme			X	X	X						X	
Plafonnement de carrière		X		X			X		X			
Lieu et horaire du travail			X							X		X
Irrespect		X				X				X		
Religion						X						
Facteurs d'attraction (Pull)												
Autonomie	X	X		X		X	X	X	X			X
Valorisation des compétences	X	X		X	X	X	X	X				
Besoin d'accomplissement	X	X		X	X	X	X		X			
Role model	X		X	X	X				X		X	
Auto-efficacité entrepreneuriale	X	X		X	X	X	X				X	
Opportunité d'affaire		X			X							

Il faut souligner que le départ de l'entreprise résulte d'un long processus de désengagement, l'idée de démission germe dans l'esprit du salarié au fur et à mesure que le degré d'insatisfaction augmente et l'intérêt pour créer une entreprise

augmente aussi. Nous pouvons conclure qu'en absence des facteurs d'insatisfaction au travail (Push), l'idée de créer une entreprise restera un projet futur pas nécessairement réalisé un jour. Paradoxalement, dans le cas de la présence d'une insatisfaction au travail et en absence de facteurs d'attraction, l'individu serait probablement amené à chercher un autre emploi salarial avec des conditions plus favorables.

Ce constat nous amène à penser que l'entrepreneuriat des cadres-ingénieurs marocains peut être assimilée à l'entrepreneuriat de nécessité, car sans la présence des facteurs de poussés (Push), il est peu probable que le salarié quitte son emploi pour créer son entreprise, même s'il posséderait les caractéristiques d'entrepreneur. Les individus de notre échantillon indiquent qu'ils ne voyaient pas une autre alternative, sauf de créer leur propre entreprise pour s'épanouir professionnellement. Toutefois, il convient de souligner que la plupart des chercheurs tendent à définir l'entrepreneuriat de nécessité par l'entrepreneuriat contraint, forcé, sans projet préalable, pour répondre à une nécessité purement économique, faute d'alternative professionnelle. Dans notre cas, l'individu est poussé dans la création d'entreprise uniquement en raison d'une insatisfaction de l'emploi salarial. La référence [43], souligne que l'insatisfaction au travail et son intensité, amène les individus à rejeter complètement le salariat pour la création d'entreprise. Notre étude montre que les facteurs push et pull sont indissociables dans la prise de décision entrepreneuriale.

5 DISCUSSION

Tout au long des entretiens que nous avons conduits, nous avons réalisé que les ingénieurs marocains accordent une grande importance à la valorisation de leurs compétences, et plus particulièrement à leurs compétences managériales. Les répondants indiquent qu'ils étaient plus ancrés dans une logique technique du métier. Ce résultat corrobore avec l'étude de la référence [9], qui trouvent que les entreprises marocaines ont tendances à rechercher des ingénieurs ayant des compétences et des qualités entrepreneuriales et les affectent à des missions de nature davantage technique que managériale ou encore entrepreneuriale. Cependant, si nos résultats contraste [59], qui trouve que les tâches techniques apportent plus de satisfaction au travail pour les ingénieurs designers, il corrobore les résultats de [60] qui indique que la sollicitation de compétences variées est source de plus grande satisfaction au travail pour les ingénieurs marocains.

Dans certains cas de notre étude, l'envie de faire comme les autres qui ont réussi (*role model*) s'est avéré un facteur de déblocage psychologique. En effet, il est reconnu chez les experts en entrepreneuriat que la barrière psychologiques constitue un véritable frein pour passer à l'acte entrepreneurial. Cette recherche fait ressortir que l'existence de modèle d'entrepreneur dans l'entourage de l'individu, facilite le passage à l'acte entrepreneurial.

D'autre part, les liens sociaux construits durant les années d'expériences, se sont révélés une importante source d'information, qui favorise la bonne connaissance du tissu économique du pays. Que ce soit à travers des réseaux personnels ou des réseaux d'affaires. L'intégration de ces réseaux apparaît comme un puissant moyen pour augmenter les chances de réussite. Selon la référence [61], un entrepreneur isolé, débutant ou socialement enclavé, aura du mal à avoir une bonne capacité de jugement, d'évaluation des risques, de distinction entre les pratiques rentables et les pratiques nocives.

Notre étude nous a permis aussi de reconnaître le lien entre le sentiment d'auto-efficacité entrepreneuriale et la prise de risque, dans la mesure où l'évaluation positive des ingénieurs du risque d'échec, s'explique par la confiance que possèdent les cadres-ingénieurs en leurs propres compétences, et leurs connaissances de l'environnement des affaires. Comme l'indique la référence [62], la prise de risque est l'élément clé de la croyance de l'entrepreneur en sa propre efficacité (self-efficacy). La référence [62] soulignent que les définitions du comportement risqué ne sont pas homogènes ; un entrepreneur avec une bonne connaissance de ses compétences et de l'environnement peut prendre un risque qu'il considère réduit, alors que d'autres, moins informés, considéreront la décision comme fortement risquée. Par ailleurs, pour certains répondants, ils procèdent à minimiser le risque par l'investissement dans plusieurs domaines moins valorisants, afin de couvrir le projet initial en cas d'échec.

6 CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude était d'étudier la motivation entrepreneuriale chez les ingénieurs marocains ayant quitté leurs emplois pour créer leurs propres entreprises.

Nous avons mené une étude qualitative exploratoire sur un échantillon de 12 ingénieurs entrepreneurs marocains. Les résultats issus de l'analyse textuelle des cas permettent de dégager un ensemble de facteurs push et pull de motivation. Nous proposons, dans ce qui suit, de restituer les principales contributions à la fois théoriques et managériales de la présente recherche.

6.1 IMPLICATIONS THÉORIQUES

La caractéristique la plus marquante de notre étude sur le plan théorique, est l'apparition d'un nouveau facteur de motivation entrepreneuriale « push », à savoir : le degré d'utilisation des compétences. A notre connaissance, aucune recherche à l'échelle internationale n'a mentionnée ce facteur parmi les antécédents de la satisfaction au travail, ou de motivation entrepreneuriale. Les futures recherches sur la motivation entrepreneuriale ou l'intention entrepreneuriale des ingénieurs ou des techniciens (en général les études sur les individus qui opèrent dans les métiers à dominance technique), doivent prendre en considération le facteur de perception d'utilisation des compétences dans leurs analyses.

6.2 IMPLICATIONS MANAGÉRIALES

Notre étude apporte aussi des contributions intéressantes pour la compréhension de ce qui amène le salarié à quitter son emploi pour créer son entreprise. Par conséquent, les implications managériales de la présente recherche peuvent être vues sous deux angles différents :

- Sous l'angle de la fidélisation des ressources humaines :

La présence du degré d'utilisation des compétences comme facteur d'insatisfaction au travail doit appeler les entreprises à reconsidérer leur politique de recrutement des cadres-ingénieurs, dans la mesure d'éviter de recruter des ingénieurs avec des compétences qui dépassent largement les besoins du poste. Par conséquent, il nous semble important de clarifier les attentes respectives entre l'entreprise et le salarié dès le recrutement, ainsi de définir des critères de recrutement pour chaque poste, et d'analyser la personnalité des candidats, et en quoi celle-ci les rendait plus aptes à leurs fonctions.

Nous avons aussi constaté que l'insatisfaction vis-à-vis du degré d'utilisation des compétences est liée aussi, à la présence d'un encadrement hiérarchique défavorable, laissant peu de marge de manœuvre à la prise de décision. Plusieurs citations dans les discours des répondants indiquent la présence d'un mode d'organisation bureaucratique. La référence [65] souligne que les structures codifiées, centralisées, hiérarchisées sont inadaptées pour les personnalités entrepreneuriales. Une des solutions est de diversifier les responsabilités confiées, en favorisant aussi la participation à la prise de décision, et d'encourager les salariés à proposer leurs idées. Les entreprises peuvent aussi éviter les seuls projets retenus soient systématiquement les projets qui « viennent d'en haut », mais de solliciter aussi les « petits projets émergents » qui viennent de la base.

- Sous l'angle d'accompagnement entrepreneurial :

Dans certaines situations (réduction des effectifs, externalisation, plan social, etc.), et afin d'éviter les tensions sociales liées aux licenciements, l'entrepreneuriat peut devenir une porte de sortie « royale » pour les salariés désireux d'entreprendre, en proposant au salarié de quitter l'entreprise avec la possibilité de créer son propre projet. L'entrepreneuriat devient une pratique de gestion des ressources humaines socialement responsable. De plus, elle peut aussi être un bon argument pour attirer les meilleurs profils sur le marché d'emploi.

De surcroît, nos résultats suggèrent que le fait de voir des expériences entrepreneuriales réussies (*role model*), encouragent les salariés à entreprendre. Il nous semble important de favoriser le mentorat, de créer des réseaux composés de salariés porteurs de projet et d'entrepreneurs, pour favoriser une relation interpersonnelle de soutien moral, d'échanges et d'apprentissage.

Les chefs d'entreprise, les collectivités territoriales et les acteurs de développement économique qui désirent de promouvoir l'entrepreneuriat par les salariés, doivent mettre au service des porteurs de projet, un mentor qui saura épauler, rassurer, conseiller et corriger les orientations d'un projet trop risqué.

Notre recherche montre que les ingénieurs entrepreneurs marocains ne sont pas des preneurs de risque. Ce résultat nous amène à proposer aux entreprises la pratique du « congé pour création d'entreprise » qui peut contribuer à réduire la peur de l'échec. Cette pratique est connue dans les pays occidentaux où les salariés porteurs de projet peuvent bénéficier d'un congé d'une durée d'un an avec la possibilité de retourner à l'entreprise mère. Cela permettra de faciliter le départ des salariés.

6.3 IMPLICATIONS MACROÉCONOMIQUE

Les résultats de notre étude impliquent que les décideurs doivent être conscients que les entrepreneurs motivés par nécessité (effet push) ne sont pas susceptibles d'avoir les mêmes ambitions que les entrepreneurs motivés par des facteurs d'attraction [19], et ne sont donc probablement pas ceux qui vont apporter une contribution significative à leur pays en

terme d'innovation, création d'emploi, et la croissance économique. La référence [66] rajoutent même que la durée de survie d'une entreprise créée par nécessité est inférieure que l'entreprise créée par attraction. Comment donc rendre nos sociétés plus entrepreneuriales pour de bonnes raisons (effets Push et Pull)? Comment permettre plus facilement le passage d'une économie de la connaissance à une économie de l'innovation pour tous ? Font partie des enjeux majeurs de tous les pays et celle du Maroc en particulier.

6.4 LIMITES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Cette exploration qualitative n'est pas dépourvue de limites. Le nombre de cas que nous avons étudié ne permet pas de généraliser nos résultats. Il conviendrait, dans le futur, de mener une étude quantitative sur un échantillon représentatif d'entrepreneurs. D'autre part, les résultats obtenus concernent uniquement la catégorie professionnelle des ingénieurs. Les autres catégories comme les cadres et les techniciens peuvent présenter des motivations et des modes de déploiement en entrepreneuriat différentes de celles des ingénieurs. Les études futures doivent s'intéresser à plusieurs catégories professionnelles dans une approche comparative.

REFERENCES

- [1] S. Arnaud, S. Frimousse, et J. M. Peretti, "Gestion personnalisée des ressources humaines : implications et enjeux", *Management & Avenir*, vol. 28, n° 8, p. 294-314, 2009.
- [2] J.-M. Degeorge et A. Fayolle, "Les étudiants français ont-ils la fibre entrepreneuriale ?", *Entreprendre & Innover*, vol. 9-10, n° 1-2, p. 21-28, 2011.
- [3] L. Schjoedt et K. Shaver, "Deciding on an Entrepreneurial Career: A Test of the Pull and Push Hypotheses Using the Panel Study of Entrepreneurial Dynamics Data", *Entrepreneurship Theory and Practice*, p. 733-752, 2007.
- [4] A. Fayolle, "D'une approche typologique de l'entrepreneuriat chez les ingénieurs ? la reconstruction d'itinéraires d'ingénieurs entrepreneurs", *Revue de l'Entrepreneuriat*, vol. 1, n° 1, p. 77-97, 2001.
- [5] T. Gaudin : Les ingénieurs et l'innovation, *Culture technique*, n° 12, p. 133-136, 1984.
- [6] R. Boyer et D. Michel : Innovation et croissance, Paris, Rapport pour le Conseil d'Analyse Économique, 1998.
- [7] M. Lavoie et R. Finnie, "The early careers of engineers and the accumulation of skills in the Canadian economy", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, n° 1, p. 53-59, 1998.
- [8] L. S. Choo, M. Norsiah, et L. I. Tan, "What drives the career choice among engineers? A case in Malaysian manufacturing plant", *International Journal of Research Studies in Management*, vol. 1, n° 2, janv. 2012.
- [9] Y. Martineau, T. Wils, et M. Tremblay, "La multiplicité des ancrs de carrière chez les ingénieurs québécois: Impacts sur les cheminements et le succès de carrière", *Relations Industrielles*, vol. 60, n° 3, p. 455-482, 2005.
- [10] K. Mignonac, "Les déterminants de la disposition envers la mobilité intra-organisationnelle: étude auprès d'une population d'ingénieurs", *M@n@gement*, vol. 4, n° 2, p. 47-78, 2001.
- [11] M. Tremblay, J. Dahan, et M. Giannecchini, "Le succès en carrière et la satisfaction: étude de l'influence des critères de promotion et des ancrs de carrière auprès d'une population d'ingénieurs", in *XXème Congrès de l'AGRH*, Toulouse, 2009.
- [12] M. Catusse : Le temps des entrepreneurs : politique et transformations du capitalisme au Maroc, Maisonneuve et Larose. 2008.
- [13] I. Majdouline : L'Ingénieur Marocain et L'Entrepreneuriat. Editions Universitaires Européennes, 2012.
- [14] S. Perin : Les entrepreneurs marocains, un nouveau rôle social et politique face au Makhzen ?, Institut universitaire d'études et de développement (IUED), Genève., 2002.
- [15] M. S. Saâdi : Secteur privé et développement humain au Maroc 1956 – 2005, 2006.
- [16] S. Tangeaoui : Les entrepreneurs marocains, pouvoir, société et modernité, Karthala. 1993.
- [17] P. Arenius et M. Minniti, "Perceptual Variables and Nascent Entrepreneurship", *Small Business Economics*, vol. 24, n° 3, p. 233-247, 2005.
- [18] A. Carsrud et M. Brannback, "Entrepreneurial Motivations: What Do We Still Need to Know?", *Journal of Small Business Management*, vol. 49, n° 1, p. pp. 9-26, 2011.
- [19] J. Hessels, M. van Gelderen, et R. Thurik, "Entrepreneurial aspirations, motivations, and their drivers", *Small Bus Econ*, vol. 31, n° 3, p. 323-339, oct. 2008.
- [20] D. Naffziger, J. Hornsby, et A. Kuratko, "A proposed research model of Entrepreneurial motivation", *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 18, n° 3, p. 29-42, 1994.
- [21] G. Segal, D. Borgia, et J. Schoenfeld, "The motivation to become an entrepreneur", *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, vol. 11 (1), p. 42-57, 2005.

- [22] S. Shane, E. A. Locke, et C. J. Collins, "Entrepreneurial motivation", *Human Resource Management Review*, vol. 13, n° 2, p. 257-279, 2003.
- [23] I. Safraoui, S. Castellano, A. Maalaoui, et L. Menvielle, "Singularité du processus entrepreneurial chez les seniors", *La Revue des Sciences de Gestion*, vol. 255-256, n° 3-4, p. 59-66, 2012.
- [24] A. D'Andria, "Un éclairage sur le processus entrepreneurial des mampreneurs. Étude exploratoire de leur dynamique effectuale", *Revue de l'Entrepreneuriat*, vol. 13, n° 1, p. 11-33, 2014.
- [25] J. E. Amorós, N. Bosma, et J. Levie, "Ten years of global entrepreneurship monitor: accomplishments and prospects", *International Journal of Entrepreneurial Venturing*, vol. 5, n° 2, p. 120-152, janv. 2013.
- [26] K. D. Hughes, "Pushed or Pulled? Women's Entry into Self-Employment and Small Business Ownership", *Gender, Work & Organization*, vol. 10, n° 4, p. 433-454, août 2003.
- [27] P. Steel et C. J. König, "Integrating Theories of Motivation", *The Academy of Management Review*, n° 4, p. 889, 2006.
- [28] V. Barba-Sánchez et C. Atienza-Sahuquillo, "Entrepreneurial behavior: Impact of motivation factors on decision to create a new venture", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 18, n° 2, p. 132-138, mai 2012.
- [29] M. van Gelderen, J. Hessels, et R. Thurik, "Entrepreneurial aspirations, motivations, and their drivers", *Small Bus Econ*, 2008.
- [30] É.-M. Hernandez, "Les trois dimensions de la décision d'entreprendre", *Revue française de gestion*, vol. 168-169, n° 9-10, p. 337-357, 2006.
- [31] S. Shane et S. Venkataraman, "The promise of entrepreneurship as a field of research", *Academy of Management Review*, vol. 25, n° 1, p. 217, janv. 2000.
- [32] N. Langowitz et M. Minniti, "The Entrepreneurial Propensity of Women", *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 31, n° 3, p. 341, mai 2007.
- [33] I. Grilo, "Determinants of entrepreneurship in Europe", 2004.
- [34] B. Gilad et P. Levine, « A behavioral model of entrepreneurial supply », *Journal of Small Business Management*, vol. 24, n° 4, p. 45, oct. 1986.
- [35] F. Adaman et P. Devine, "A Reconsideration of the Theory of Entrepreneurship: a participatory approach", *Review of Political Economy*, vol. 14, n° 3, p. 329, juillet 2002.
- [36] M. Benz et B. S. Frey, "Being Independent Is a Great Thing: Subjective Evaluations of Self-Employment and Hierarchy", *Economica*, n° 298, p. 362, 2008.
- [37] M. Benz et B. S. Frey, "Being independent raises happiness at work", *Swedish Economic Policy Review*, n° 11, p. 95-134, 2004.
- [38] D. G. Blanchflower et A. J. Oswald, "What Makes an Entrepreneur?", *Journal of Labor Economics*, n° 1, p. 26, 1998.
- [39] G. Hundley, "Why and When Are the Self-Employed More Satisfied with Their Work?", *Industrial Relations*, vol. 40, n° 2, p. 293-316, avril 2001.
- [40] N. Noorderhaven, R. Thurik, S. Wennekers, et A. Van Stel, "The Role of Dissatisfaction and per Capita Income in Explaining Self-Employment across 15 European Countries", *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 28, n° 5, p. 447, 2004.
- [41] J. Kickul et J. A. Zaper, "Untying the Knot: Do Personal and Organizational Determinants Influence Entrepreneurial intentions?", *Journal of Small Business and Entrepreneurship*, vol. 15, n° 3, p. 57-77, 2000.
- [42] L. Lee, P. K. Wong, M. D. Foo, et A. Leung, "Entrepreneurial intentions: The influence of organizational and individual factors", *Journal of Business Venturing*, vol. 26, n° 1, p. 124-136, janv. 2011.
- [43] R. H. Brockhaus, "The effect of job dissatisfaction on the decision to start a business", *Journal of Small Business Management*, vol. 18, n° 1, p. 37, janv. 1980.
- [44] C. Besseyre des horts et V. Nguyen, "Satisfaction, implication, engagement, enracinement et intention de départ des jeunes cadres", *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, vol. XVI, n° 40, p. 143-160, 2010.
- [45] J. G. Eisenhauer, "The Entrepreneurial Decision: Economic Theory and Empirical Evidence", *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 19, n° 4, p. 67, 1995.
- [46] C. R. Stoner et F. L. Fry, "The entrepreneurial decision: dissatisfaction or opportunity", *Journal of Small Business Management*, vol. 20, n° 2, p. 39, avril 1982.
- [47] J. Kirkwood, "Motivational factors in a push-pull theory of entrepreneurship", *Gender in Management*, vol. 24, n° 5, p. 346, juin 2009.
- [48] B. McKenzie, "Collecting Oral Histories for Entrepreneurship Research. New England", *Journal of Entrepreneurship*, vol. 8, n° 1, p. 37-48, 2005.
- [49] L. Cohen et M. Mallon, "My Brilliant Career? Using Stories as a Methodological Tool in Careers Research", *International Studies of Management & Organization*, n° 3, p. 48, 2001.

- [50] Y. Evrard, E. Roux, et P. Desmet, "Market Fondements et méthodes des recherches en marketing", 4ème éd. Dunod, 2009.
- [51] E. A. Locke, "The nature and causes of job satisfaction", in Dunnette, M.D. (Ed.), Handbook of Industrial and Organizational Psychology, Chicago, IL: Rand McNally, 1976, p. 1297-343.
- [52] P. BERNOUX, "La sociologie des entreprises". Edition du Seuil, Paris, 2009.
- [53] I. Niedhammer, V. Ganem, L. Gendrey, S. David, et S. Degioanni, "Propriétés psychométriques de la version française des échelles de la demande psychologique, de la latitude décisionnelle et du soutien social du ? Job Content Questionnaire ? de Karasek : résultats de l'enquête nationale SUMER", Santé Publique, vol. 18, n° 3, p. 413-427, 2006.
- [54] L. Branham, "Review of The 7 hidden reasons employees leave: How to recognize the subtle signs and act before it's too late", Personnel Psychology, vol. 59, n° 1, p. 246-249, 2012.
- [55] R. Mathis et J. Jackson, "Human Resource Management", 12^e édition, Cengage Learning, 2008.
- [56] V. Bouchard, "Intrapreneuriat, Innovation et Croissance", Dunod. 2009.
- [57] A. Shapero, "Some Social Dimensions of Entrepreneurship", in Encyclopedia of Entrepreneurship Ed by Calvin A. Kent, Donald L. Sexton and Karl H. Vesper pp. 72-90, Prentice-Hall New Jersey. 1980.
- [58] N. Affaya et D. Guerraoui : L'élite économique marocaine, étude sur la nouvelle génération d'entrepreneurs. L'Harmattan, 2009.
- [59] M. A. Robinson, "How design engineers spend their time: Job content and task satisfaction", Design Studies, vol. 33, n° 4, p. 391-425, juillet 2012.
- [60] I. Majdouline : L'ingénieur marocain et l'entrepreneuriat : Réalités et proposition d'un dispositif de formation. Editions Universitaires Européennes, 2012.
- [61] P. VELTZ : Des lieux et des liens. Essai sur les politiques du territoire à l'heure de la mondialisation (French). L'Aube, s.l., 2008.
- [62] C. C. Chen, P. G. Greene, et A. Crick, "Does entrepreneurial self-efficacy distinguish entrepreneurs from managers?", Journal of Business Venturing, vol. 13, p. 295-316, janv. 1998.
- [63] S. Caird, "Testing Enterprising Tendency In Occupational Groups", British Journal of Management, vol. 2, n° 4, p. 177, décembre 1991.
- [64] J. B. Cunningham et J. Lischeron, "DEFINING ENTREPRENEURSHIP", Journal of Small Business Management, vol. 29, n° 1, p. 45-61, janv. 1991.
- [65] O. Basso : L'intrapreneuriat, préface de Jacques Rojot, Economica. 2004.
- [66] J. Block et P. Sandner, "Necessity and Opportunity Entrepreneurs and Their Duration in Self-employment: Evidence from German Micro Data", Journal of Industry, Competition and Trade, vol. 9, n° 2, p. 117-137, juin 2009.
- [67] J. Maes, H. Leroy, L. Sels, "Gender differences in entrepreneurial intentions: a TPB multi-group analysis at factor and indicator level". European Management Journal, 32(5), 784-794, 2014.
- [68] C. Estay, F. Durrieu, et P. Madické Diop, "Motivation entrepreneuriale et logique d'action du créateur", 2011.

PROFITABILITY OF SNAIL FARMING IN NDOKWA WEST LOCAL GOVERNMENT AREA, DELTA STATE, NIGERIA

DENNIS ADAIGHO AND R. NWADIOLU

DEPT OF AGRIC EXTENSION AND MANAGENMENT, DELTA STATE POLYTECHNIC, OZORO, P M B 5, OZORO, NIGERIA

Copyright © 2016 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 is aimed at examining the profitability of snail farming in Ndokwa West Local Government Area, Delta State. Relevant data collected includes; socio-economic characteristics of snail farmers, management practices/ breeds of snail, costs and returns of snailery (quantities and prices of both input and output) and constraints of snailery production. Estimated gross margin of ₦18,000 and a net profit of ₦13, 933 were obtained from the study. Snail enterprise is profitable. The result also indicates that snail farmers were mostly male, literate, self-financed and took snail farming as part time. Lack of fund, lack of good breeding stock, pest infestation among others were some of the problems encountered by the respondents. Based on the findings, the study recommends that snail farmers and prospective farmers should ensure high level sanitary measures and medication to reduce pest attack, credit accessibility from formal and informal sources and setting up demonstration centers that will serve as source of improved foundation stocks.

KEYWORDS: profitable, snailery farming, Ndokwa West Local Government Area, Delta state

INTRODUCTION

Successive government had embarked on policies and programmes aimed sustainable macro and micro livestock's production in Nigeria.

Snails are soft, bodied, invertebrates belonging to the phylum mollusea (Chah and Inegbedion, 2012). Agbogidi et al, (2008) argued that snails are bilaterally symmetrical invertebrates with soft segmented exoskeleton in the form of calcareous. Traditionally, snails meat has been a major ingredient in the diet of people living in the high forest zone (Agbogidi and Okonta, 2011). The meat is highly priced delicacy in many cities in Nigeria where it is popularly called "Congo meat". Snail meat is an excellent source of animal protein in many parts of West and central Africa (Blay et al; 2004), with protein content (20.7%) higher than that of conventional food animals (Malik et al, 2011). The meat is also rich in iron (Agbogidi et al 2008), potassium, phosphorus, essential amino acids and vitamin C and B complex (Baba and Adeleke, 2006, Okpeze et al, 2007) and low in fat (Cobbinah et al; 2008). Apart from its excellent nutritional value, snail meat has also been reported to be of good medicinal value. The low cholesterol level of the meat has made it useful in the treatment of arteriosclerosis and other heart-related diseases (Abere and Iameed, 2008). Snails are micro livestock that has recently attracted attention among peasant farmers in Nigeria as an aftermath of alarm raised by Food and Agriculture organization on animal protein deficiency (Adesope, 2000 and Akinnusi, 2000). Akinnusi (1998) reported that snails are species of animals associated with small body size, moderate nutrition and management that are referred to as microlivestock. The small size of these micro livestock animals (snail) is undoubtedly one of their most significant assets since it makes it possible to produce and manage on small areas and in cluster (Thys, 2001). This makes production affordable for peasant farmers with small compound. Snail farming has several advantages over most conventional livestock, and these include: low capital requirement, less demand for professional skill, high fecundity and mortality, less labour requirement, noiseless nature of the animals, adaptation to various environmental conditions and availability of ready market (Baba and Adeleke, 2000) and Chah Inegbedion (2012).

There is therefore the need to look inward and integrate into our farming system some non- conventional meat sources (Ebeenebe, 2000). This will compliment the conventional source of animal protein supply. This work therefore focuses on snailery production as one of such livestock

PROBLEM STATEMENT

As a result of the excellent nutritional attributes of snails, which can reduce to some extent, the country's malnutrition and undernourishment problems and roles played in the medical and pharmaceutical fields, it is important to rear snail in order to reduce its erratic supply caused by seasonal factors such as rainfall and relative humidity. Moreso, the impact of environmental and anthropogenic factors on the population of wild snails, coupled with the increase in the cost of conventional animals protein source, has necessitated renewed interest in snailery or heliciculture.

OBJECTIVE OF THE STUDY

The general objective of the study is to examine the profitability of snail farming in Ndokwa West Local Government Area, Delta State. The Specific objectives are;

- 1 identify the socio economic characteristics of the snail farmers (respondents)
- 2 ascertain the breeding system and management practice in the area.
- 3 estimate the cost and the returns of snail production in the study area.
- 4 identify the problems militating against the snail production in the study area.

HYPOTHESIS OF THE STUDY

Null hypothesis; The socio economic characteristics of the respondents influences the revenue generated from the snail production.

JUSTIFICATION FOR THE STUDY

This study will be useful to farmers who are involved in snail farming. It will also guide those farmers with intention to start snail production. The study apart from enhancing domestication and commercialization of sail farming will also assist researchers, policy makers, extension agents in the plan for sustainable snail farming.

METHODOLOGY

The study was carried out in Ndokwa West Local Government Area, Delta state, Nigeria. The Local Government Area has its headquarters in Kwale (Utagba-Ogbe), Delta North senatorial zone. It consists of eight (8) communities among which are Kwale, Utagba Uno, Ogome, Abi, UKWANI, Emu, Obeti Egbo and Ndemili. Its population stood at 149,325 (National population Census, 2006). It occupied a land area of 816km². The area is predominantly agrarian with crops such as yam, cassava, maize, plantain and melon grown as major crops. Livestock's such as poultry and goat are reared under free range around the homestead.

METHOD OF DATA COLLECTION

Primary data were used for this study. The primary data were obtained through well-structured questionnaire which were administered to the respondents., oral interview and personal observations Relevant data collected includes socio economic characteristics of the farmers, management practices, problems of snailery, costs and return of snailery production

MEASUREMENT OF VARIABLE

A reasonable number of variables were deployed in this study. They include snail production variable, socio-economic variables, management practices and constraints to snail production. Snail production variables includes the snail production output and inputs ie labour, feeds and prices of inputs and output. Socio- economic variables are the farmer's age, education level, farming experience, gender and household size.

SAMPLING TECHNIQUE

The study is made up of snail farmers in the area. The communities used in the study were selected using random sampling techniques. Five communities were selected out of 8 communities by means of balloting. The communities include-Onitsha Ukwani, Ogume, Utagba -Uno, Abbi and Kwale. Twelve (12) snail farmers were selected from each of the chosen communities making a total of 60 respondents..

DATA ANALYSIS

Data collected from the questionnaires were carefully assembled. The results obtained were systematically and scientifically analyzed through descriptive statistics. Both accounting profit (gross profit) and economic profit (net profit) were calculated. Accounting profit is revenue less explicit cost (expenses) only, while economic profit equals revenue less both implicit and explicit cost (Dwivedi, 2001). Explicit costs are payment for resource input purchase or higher by a firm in the process of production, while implicit costs are the opportunity cost of self-owned resource used by the firm (Leftwich, 1979)

The budgetary analysis computation is as shown below;

Net Revenue (NR) = Total Revenue – Total Cost

Where,

NR = Net Return

TR = Total Revenue

TC = Total Cost

Whereas the hypothesis formulated that state that there is a significant relationship between socio-economic variables of respondents and the revenue generated was realized with the help of regression analysis

The regression model is implicitly represented as;

$Y = F(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, U_1)$

Where y = Revenue or Net return (₦)

X_1 = Cost of labour (₦)

X_2 = Cost of feeds (₦)

X_3 = Number of snails reared

X_4 = Age of respondent (years)

X_5 = Farming experience (years)

X_6 = Educational level

U_1 = Error term

RESULTS AND DISCUSSION

SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF RESPONDENTS

Table 1 revealed that majority (45%) of the respondents were within the bracket of 41-50 years. This result is in agreement with the findings of Aiyeloja and Ogunjinmi (2010) and Ogunniyi (2009). However, the mean age of 46 years recorded in the present study is higher than the 38.5 years recorded by Aiyeloja and Ogunjinmi (2010). Snail farming requires little labour with no strenuous physical exertion (Goodman, 2008), and this may explain why majority of the snail farmers were above 40 years of age. Table 1 also showed that 58.3% of the respondents were males while the remaining 41.7% were females. This finding is in agreement with those of Adinya et al. (2011), Aiyeloja and Ogunjinmi (2010) and Ogunniyi (2009) in Cross River, Ondo and Oyo States, respectively. Majority (61.7%) of the respondents were married with 80% having family size of between 1-5 persons. Previous study also indicated that married people are more involved in snail farming probably so as to enhance the household income Ogunniyi (2009) and Yusuf (2002). The study also shows that majority (68.3%) of the

respondents had one level of education or the other. The implication of this finding is that information on improvement of snail production can easily be adopted by farmers in the study area. Moreso, past literature indicated that snail farmers are highly educated, however lower percentage (58.5%) was reported by Ogunniyi, (2009). Majority (75%) of the respondents indicated that they are into part-time snail production, while the remaining 25% stated that they are into full time snailery production.

MANAGEMENT PRACTICES ADOPTED BY RESPONDENTS

The management practices in snail production are presented in Table 2. The study reveals that 58.3% of the respondents feed the snails with pawpaw and cocoyam leaf, 16% of the respondents feeds their snail with papaw leaf and pawpaw fruits respectively. All the respondents (100%) agreed that they make use of natural mating during breeding.

The distribution of breeds according to the respondents shows that two species are commonly reared in the area. About 58.3% of the respondents reported that they used *Archachatina marginata* as their foundation stock because they have more flesh, larger in size and higher market value compared with *Archatina archatina*, while 25% used both *Archachatina marginata* and *Archatina archatina* as foundation stocks because *Archatina archatina* produced more eggs than *Archachatina marginata*. Furthermore, about 50% of the respondents preferred the use of drums and tyres in rearing their snails, while the remaining 33.3% and 16.7% reported that snails are reared in trench pen and tyres and drums and fenced pens respectively depending on capital. F.A.O (2003) reported that snail enterprise depend solely on decay plant materials or waste from home and market. The snails ability to utilize these variety of readily available feeding materials help them achieve appreciable weight gains under intensive management and high dietary value of their meat and cheaper alternative to other animals protein sources (Adeyeye, 1996).

COSTS AND RETURNS OF SNAIL PRODUCTION

Table 3 revealed the average estimated revenue from 500 matured snail enterprise. The result showed that 500 matured snails were produced by the entrepreneur or farmer and sold at ₦150 per snail. A total of ₦75,000 was realized per annum, while the gross margin and net income (profit) were ₦18,000 and ₦13,933 respectively. Based on these estimate the enterprise was profitable in the study area. Moreso, implicit cost items were land and investment outlay. The land was obtained by high proportion of snail farmers through inheritance and investment costs were obtained from their personal savings and loans from friends and relatives which attracted minimal interests of 4.9%. The explicit cost items accounted for the following; family labour (40.9%), feeding (24%), disinfectants (8.2%) and medication 8.2%. Labour was provided by snail farmer's family and the feeds were sourced from calcium carbonate, fruits and vegetables and pawpaw leaf part of which were gotten from the farm.

PRODUCTION FUNCTION (REGRESSION) RESULT

Table shows the regression result of the formulated hypothesis. The estimated functions (model) were evaluated in terms of the statistical significance of the coefficient of multiple determination (R^2) as indicated by F value, the significance of the coefficients and the magnitude of the standard error. Based on the statistical and economic multiple determination (R^2) obtained i.e 0.644 which shows that 64.4% of the variation in the revenue of the respondents were explained by the included explanatory variables. The result further shows that cost of labour, number of snails, farming experience and education had positive signs. This implies that an increase in these variables would lead to an increase in revenue of respondents. Cost of feed and age of respondents had negative signs. These indicate that an increase in these variables would result to a decrease in the revenue of the respondents.

Table 1 summary of socio-economic characteristics of snail farmers

Variables	Frequency	Percentage(%)	Mean(m)
Age (Years)			
<30	4	6.67	46
31-40	9	15.00	
41-50	27	45.00	
>50	20	33.33	
Total	60	100	
Gender			
Female	25	41.67	
Male	35	58.33	
Total	60	100	
Marital Status			
Single	8	13.33	
Married	37	61.67	
Divorces/Widowed	15	25.00	
Total	60	100	
Level of Education			
No formal Education	19	31.67	
Primary Education	17	28.33	
Secondary Education	21	35.0	
Tertiary Education	3	5.00	
Total	60	100	
Occupational Structure			
Full time	15	25	
Part time	45	75	
Total	60	100	
Family size			
1 - 5	15	25	
6 - 10	45	75	
Total	60	100	
Sources of capital			
personal	50	83.3	
loan	10	16.7	
Total	60	100	

Source; Field survey, 2015

Table 2; Distribution of respondents according to management practices of snail production

Variables	Frequency	Percentage (%)
A) Feeding and feeding patterns		
Coco-yam leaf	5	8.3
Pawpaw leaf	10	16.7
Pawpaw fruits	10	16.7
Vegetable and fruits	3	5.0
Pawpaw & Cocoyam leaf	32	53.3
Total	60	100
B) Breeding System		
Artificial	--	--
Natural	60	100
Total	60	100
C) Type of breeds		
Archachatina Marginata	35	58.3
Archatina archatina	10	16.7
Both A- marginata and A- Arachatina	15	25.0
Total	60	100
D Rearing Techniques		
Drums and Tyres	30	50.00
Trench pen and Tyres	20	33.3
Drums and fenced pens	10	16.7
Total	60	100

Source; Field survey, 2015

Table 3; Distribution of Average Costs and Returns for snail production per annum

Items of variable	Revenue Costs N	Percentage of TVC
A. Total Revenue (TR)	75,000	
B. Expenses		
Variable Cost		
Family labour	25,000	40.9
Feeding	15,000	24.6
Disinfectants	5,000	8.2
Medication	5,000	8.2
Transportation	4,000	6.5
Interest on Capital	3,000	4.9
Total Variable Cost	57,000	
C. Gross Income	18,000	
D Fixed Cost (Depreciation)	4,067	6.7
E. Net Income	13,933	

Source; Field survey, 2015

Table 4; Problems of snail production according to respondents

Limiting factors	Frequency	Percentage (%)
Lack of capital/funds	50	83.3
Lack of good breeding stock(laying)	40	66.7
Slow growth rate of snails	37	61.7
Inadequate information on management practices	38	63.3
Predators	48	80
Lack of land/space	45	75
Inexperience/lack of knowledge	30	50
Theft (human)	30	50
Diseases/pest infestation	50	83.3
High mortality rate	45	75
Inadequate market	40	66.7

Source; Field survey, 2015

CONCLUSION/ RECOMMENDATION

The study examined the profitability of snail farming on small scale in Ndokwa West local government Area, Delta State.

Specifically, the study focused on the determination of economic viability of snailery enterprise, management/breeds of snails and the problems of snail farmers. The result indicates that farmers that invest on snail enterprise attain a gross margin of ₦18,000 and a net profit of ₦13,933. This shows that snail farming is profitable.

Based on the finding, the study recommends as follows;

1. Both Federal, State government and other stakeholders in the agricultural sector should ensure that all bottlenecks pertaining to access to credit should removed by strengthening micro finance institutions.
2. There is need to ensure high level of farm sanitation and good medication to reduce pest attack
3. Government should establish demonstration centres that will serve as source of improved foundation stock
4. Extension agents should embark on intensive enlightenment programs on the principles, practices and prospects of snailery production.

REFERENCES

- [1] Abere, S.A and Lameed G. a (2008) : The medicinal Utilization of snails in some
- [2] selected States in Nigeria. In : J.C. Onyekwelu, V.A.J, Adekunle and D. O. Oke (eds), Proceeding of the 1st National conference of the forests and forest products society(FFPS) Akure, Ondo State, Nigeria pp233-237

- [3] Adeyeye E.I: (1996): Waste yield, proximate and mineral composition of three different types of land snail found in Nigeria. *International journal of food science and nutrition*, 142(2):111-116
- [4] Adinya, I.B, Edet, D., Nyienakuna, M.G and Ikpi, G.U (2011) Estimation of efficiency constraints using Cobb-Douglas production function in snail (*Archachantina Marginata*) production by small farmers in Cross River State, Nigeria. *Journal of Animal and Plants science* 21, 274-282
- [5] Agbogidi, O. M, Okonta , B. C (2011): Reducing poverty through Snail farming in Nigeria, *Agriculture and Biology journal of North America* 2, 169-172.
- [6] Agbogidi, O. M, Okonta ,B. C, and Ezeana, E..I,(2008): Effect of two edible fruits on the growth performance of African giant land snail (*Archachatina marginata* Swainson). *Journal of Agricultural and Biological Science*,3, 26-29.
- [7] Aiyelaja amnd Ogunjinmi (2010): Poverty alleviation potential of snail farming in Ondo State, South- West Nigeria,.*World Academy of Science, Engineering and Technology*/72, 614-617.
- [8] Akinnusi, O. (1998): Introduction to Snail farming . Lagos Omega Science Publisher. Tinuose House, Nigeria, pp1-18.
- [9] Baba, K.M and Adeleke, M.T (2006); Profitability of snail production in Ogun State, Nigeria. *Journal of Agriculture and food science* pp 147-155 :
- [10] Blay, E.T, Ofori, B. D, Heloo, J, Ofori, j. b, Nartey, E (2004): Agrodiversity within and without conserved forests for enhancing rural Livelihoods. Ln: E. A Gyasi, G kranjac- Berisavljevic, E T Baly, W. Oduro (eds) . *Managing Agro diversity the Traditional Way: Lessons from West Africa in sustainable use of Biodiversity and Related Natural Resources*. Tokyo: United Nations University Press, pp. 203- 214
- [11] Chad J.M and Inegbedion , G (2012) : Characteristics of Snail farming in Edo south Agricultural zone,Edo State, Nigeria.
- [12] Cobbinah J.R, Vink .A. and Onwuka .B.: Snail farming production, processing and marketing *Agrodok* 47 and CTA
- [13] Dwivedi, D.N. (2001): *Managerial Economics*. Vikas Publishing House, Sixth Revised Edition, pp21-47.
- [14] F.A.O (Food and Agriculture Organisation) (2003) *Stat of the World forest*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. Pages 61-73.
- [15] Goodman, A.k (2008); Giant African Land Snails [http://www. geocities. Com/heartland/valley/610/index/. htm..](http://www.geocities.Com/heartland/valley/610/index/.htm..)
- [16] Malik, A. A, Aremu, A, Bayode, G.B. and Ibrahim, B. A (2011) : A nutritional and Organoleptic assessment of the meat of the giant African land snail (*Archachatina marginata* Swainson) compared to the meat of other livestock,. *Livestock Research for Rural Development*, pp 23.
- [17] Ogunniyi, L.T (2009): Economic analysis of Snail production in Ibadan, Oyo State. *International Journal of Agricultural Economics and Rural development*, Vol.2 no.1,pp26-34.
- [18] Okpeze, C. N, Omole..A.J, Ajayi F. T and Adebawale, E.A :Effect of feeding Adult Snails *Stylosanthes guanensis* Lablab purpurius as substitute for pawpaw leaf. *African Journal of Bio- technology* . pp 8-9
- [19] Thys, E. (2001): Survival Strategy in Urban context in Central Africa. Potential roles of mini-livestock in poverty alleviation. *Semestrial Bulletin of information on mini- livestock (BEDIM)* 10(2):11
- [20] Yusuf O.A (2002) *Economic Analysis of small production and marketing in Ibadan metropolis*. Unpublished undergraduate project, Ladoke Akintola University of Technology Ogbomosho, Oyo State, Nigeria.

Diagnostic différentiel entre lymphome cérébrale primitif et gliome malin : Apport de l'Imagerie par résonance magnétique multimodale

[Differential diagnosis between primary brain lymphoma and malignant glioma: Contribution of multimodal magnetic resonance imaging]

Abdelkhalek Housni^{1,2}, Kamilia Amazian¹, Hanae Bouderbala², and Mustapha Maâroufi²

¹Département, Techniques de Santé, Institut Supérieur des Professions Infirmières et Techniques de Santé (ISPITS), Fès, Maroc

²Service d'Imagerie Médicale, Centre Hospitalier Universitaire Hassan II, Fès, Maroc

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Objective:* Identify differential elements of magnetic resonance imaging (MRI), functional and metabolic to differentiate brain lymphomas and malignant gliomas, since both high grade tumor entities may show similar appearance on structural MR imaging.

Materials and methods: The MRI sequences diffusion, perfusion and spectroscopy of 22 patients with 6 primary central nervous system lymphoma and 16 holders of malignant gliomas, were analyzed retrospectively.

Results: We found that the apparent diffusion coefficient (ADC) lymphoma lesions is less than or equal to that of healthy tissue contralateral. The perfusion lymphomas, has a relative cerebral blood volume (rCBV), slightly increased, on average between 1 and 2 times normal and a characteristic curve with a passage above the baseline. No increased perfusion zone, strictly greater than the contralateral healthy parenchyma was recorded in lymphomas, whereas malignant glioma tumor areas have always frankly hyperperfused with the rCBV varying between 1.64 and 7.2.

Spectroscopy lymphoma reveals a very clear resonance of free lipids that dominates the spectrum on the short TE, more decrease in NAA and Cr on the long TE ; while the spectrum of malignant gliomas has significant elevation of choline, and presence of more or less a slight resonance of Lipid / Lactate.

Conclusion: lymphoma lesions have a low ADC and are fully hypoperfused and their spectroscopy are increased by the resonance lipids. The absence of hyperperfused area stands out as the main distinguishing criterion with malignant glioma.

KEYWORDS: Magnetic resonance imaging ; Primary CNS lymphoma ; Malignant gliomas; Diffusion imaging ; Perfusion imaging ; Magnetic resonance spectroscopy.

RESUME: *Objectifs:* Dégager des éléments différentiels de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) fonctionnelles et métaboliques permettant de différencier les lymphomes cérébraux et les gliomes malins, ces deux entités tumorales de haut grade potentiellement ressemblant en imagerie conventionnelle.

Matériels et Méthodes: Les séquences d'IRM de diffusion, de perfusion et de spectroscopie de 22 patients dont 6 lymphomes cérébraux primitifs et 16 porteurs de gliomes malins, ont été analysées rétrospectivement.

Résultats: Nous avons constaté que le coefficient de diffusion apparent (CDA) des lésions lymphomateuses est inférieur ou égal à celui du tissu sain controlatéral. La perfusion des lymphomes, présente un volume sanguin cérébral relatif (rVSC) discrètement augmenté, en moyenne entre 1 et 2 fois la normale et une courbe caractéristique avec un passage au-dessus de la ligne de base. Aucune zone de perfusion augmentée, strictement supérieure au parenchyme sain controlatéral n'a été enregistrée dans les lymphomes, alors que les gliomes malins présentent toujours des zones tumorales franchement hyperperfusées avec des rVSC variant entre 1.64 et 7.2.

La spectroscopie des lymphomes met en évidence une résonance très nette de lipides libres qui domine le spectre à TE court, plus effondrement de NAA et Cr à TE long; tandis que le spectre des gliomes malins présente une élévation importante de choline, et, présence plus ou moins d'une légère résonance des Lipides/Lactate.

Conclusion: Les lésions lymphomateuses ont un CDA bas et elles sont entièrement hypoperfusées ainsi que leurs spectroscopies sont majorées par la résonance de lipides. L'absence de zone hyperperfusée s'impose comme principal critère discriminant avec le gliome malin.

MOTS-CLEFS: l'imagerie par résonance magnétique multimodale; lymphome cérébral primitif; gliome malin; IRM de Diffusion; IRM de Perfusion; Spectroscopie par résonance magnétique.

1 INTRODUCTION

Les lymphomes cérébraux primitifs de système nerveux central (LCP), c'est un cancer rare. Le diagnostic de cette entité tumorale doit toujours être considéré comme une urgence en raison des enjeux thérapeutiques qu'il entraîne. Malheureusement, les signes cliniques et radiologiques conventionnelles peuvent être trompeuses et retarder la procédure diagnostic de cette entité pathologique potentiellement curable.

L'IRM multimodale (diffusion, perfusion et spectroscopie), est l'examen de référence dans diverses situations où le diagnostic différentiel entre lymphome cérébrale et gliome malin s'impose. Alors l'objectif de notre travail est de dégager des éléments différentiels d'IRM fonctionnelles et métaboliques permettant de différencier lymphome cérébrale primitif et gliome malin.

2 MATERIELS ET METHODES

Vingt-deux patients dont 6 lymphomes cérébraux primitifs et 16 porteurs de gliomes malins (10 glioblastomes, 3 oligodendrogliomes anaplasiques et 3 astrocytomes anaplasiques), ont été analysées rétrospectivement sur une période de 3 ans, de janvier 2011 à décembre 2014. Tous les patients ont bénéficié d'une imagerie cérébrale de Diffusion: b1000, DW EPI Diff Asset TR/TE 6500/97,5; de Perfusion: EPI EG MPh TR/TE 2000/19,5; et, de Spectroscopie: technique PRESS (Point Resolve Spectroscopy), TE court (1500/35 ms), TE long (1500/144 ms) et NEX 8.

L'IRM utilisée était une Signa HDxt 1,5T lx-mr. L'analyse était effectuée sur une console ADW 4.4. Tandis que la confirmation histologique était obtenue par biopsie stéréotaxie ou chirurgie,

3 RESULTATS

3.1 DIFFUSION

Tableau 1. Coefficient de diffusion apparent relatif entre la tumeur et la substance blanche normale

rCDA (CDAt/CDAsb)	Lymphome	Gliome malins
rCDA min	0.55	0.73
rCDA max	1.19	1.77
rCDA moy	0.867	1.245

rCDA: coefficient de diffusion apparent relatif entre la tumeur et la SB normale.

rCDA min: désigne la valeur la plus basse du rCDA retrouvée dans notre série.

rCDA max: désigne la valeur la plus haute du rCDA retrouvée dans notre série

Le coefficient de diffusion apparent (CDA) des lésions lymphomateuses est inférieur ou égal à celui du tissu sain controlatéral (figure 4). Tandis que le CDA des gliomes malins est supérieure ou égal à celui du tissu sain controlatéral (figures 1, 2 et 3). Alors que le CDA des lésions lymphomateuses est inférieur strictement à celui des gliomes malins.

3.2 PERFUSION

Tableau 2. Volume sanguin cérébral relatif entre la tumeur et substance blanche normale

rVSC (VSCt/VSCsb)	Lymphomes	Gliomes malins
(rVSC) min	0.56	1.64
(rVSC) max	2.03	7.2
(rVSC) moy	1.13	3.97

rVSC: volume sanguin cerebral relatif entre tumeur et substance blanche normale

rVSC min: désigne la valeur la plus basse du rVSC retrouvée dans notre série

rVSC max: désigne la valeur la plus haute du rVSC retrouvée dans notre série

La perfusion des lymphomes, présente un rapport du volume sanguin cérébral relatif (rVSC) discrètement augmenté, en moyenne près de 1 et une courbe caractéristique avec un passage au-dessus de la ligne de base (figure 4D). Aucune zone de perfusion augmentée, strictement supérieure au parenchyme sain controlatéral n'a été enregistrée dans les lymphomes. Alors que les gliomes malins présentent des zones tumorales franchement hyper-perfusées avec des rVSC variant entre 1.64 et 7,2 (figures 1, 2 et 3).

3.3 SPECTROSCOPIE

La spectroscopie des lymphomes met en évidence une résonance très nette de lipides libres qui domine le spectre à TE court, et élévation de Choline, effondrement de Cr et NAA à TE long (fig 4). Pour les gliomes malins les spectres sont caractérisés par présence d'une élévation importante de Choline et des rapports choline/ NAA et choline/ Cr à TE long ; plus au mois légère présence de lipide/lactate à TE court (figures 1, 2 et 3).

4 DISCUSSIONS

4.1 IRM CONVENTIONNELLE

Le lymphome s'organise en masse circonscrite ou réalisant une infiltration diffuse. Il intéresse les structures profondes et prédomine en périventriculaire. Il apparaît en général hypointense en T1 et de signal intermédiaire en T2/Flair et se rehausse de façon franche et surtout homogène. L'œdème et l'effet de masse sont moins importants que ne le voudrait le volume tumoral [1].

Les gliomes malins sont volontiers hétérogènes, iso ou hypointenses en pondération T1, hyperintenses en pondération T2 et Flair. Des remaniements hémorragiques ou nécrotico-kystiques sont possibles. La prise de contraste est variable, souvent intense et dessine une composante charnue périphérique et irrégulière. L'œdème et l'effet de masse sont importants et marqués par rapport au volume tumoral [2].

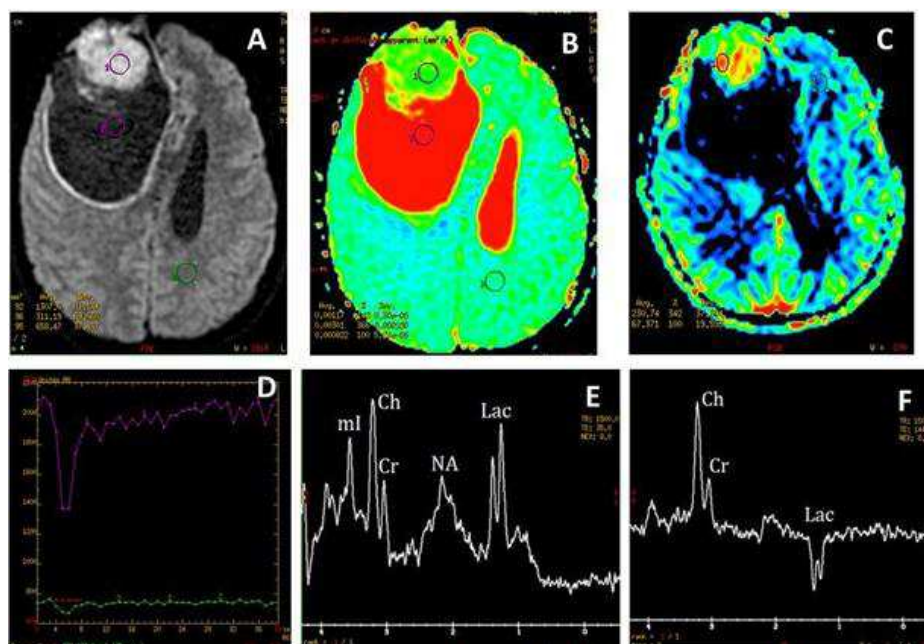


Figure 1: Astrocytome Anaplasique III: A- Diffusion: hypère-signal de la partie tissulaire et hypo-signal au centre; B- Cartographie du CDA: $(CDAt/CDAsb)_{tissu} = 1,42$; $(CDAc/CDAsb)_{centre} = 3,66$; C- Cartographie du VSC: signal élevé = hypèrperfusion; D- Courbe de première passage: $(VSC)_{tissu}/(VSC)_{sb} = 3,42$; E- Spectre à TE court: légère présence de Lipide libre, présence de Lactate et de myo-inositol; F- Spectre à TE long: $Ch/NAA = 3,55$ et $Ch/Cr = 1,8$.

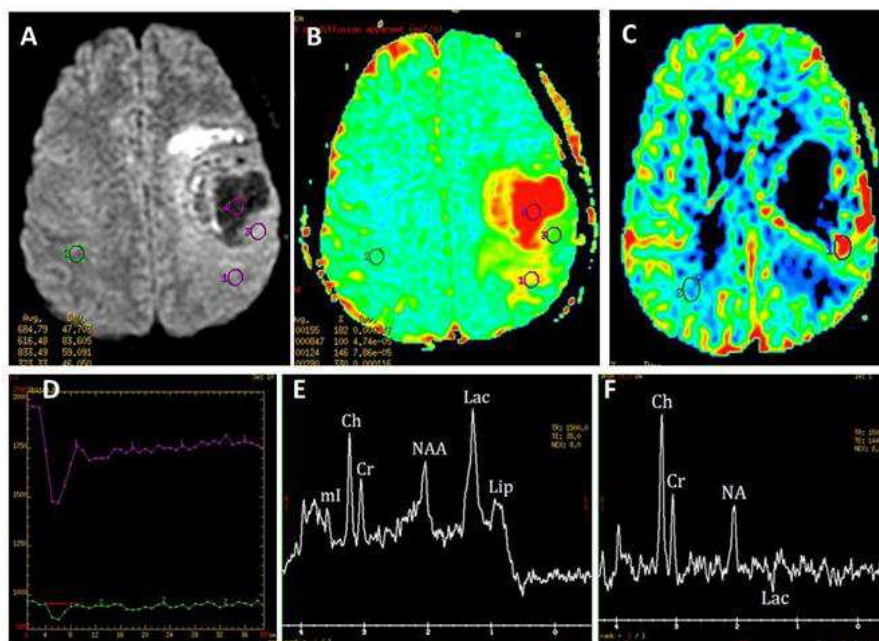


Figure 2. Oligodendrogliome Anaplasique III: A- Diffusion: légère hypère-signal de la partie tissulaire et hypo-signal au centre; B- Cartographie du CDA: $(CDAt/CDAsb)_{tissu} = 1,46$; $(CDAc/CDAsb)_{centre} = 3,3$; C- Cartographie du VSC: signal élevé = hypèrperfusion; D- Courbe de première passage: $(VSC)_{tissu}/(VSC)_{sb} = 3,9$; E- Spectre à TE court: légère présence de Lipide libre et présence de Lactate; F- Spectre à TE long: $Ch/NAA = 2,11$; $Ch/Cr = 2,38$.

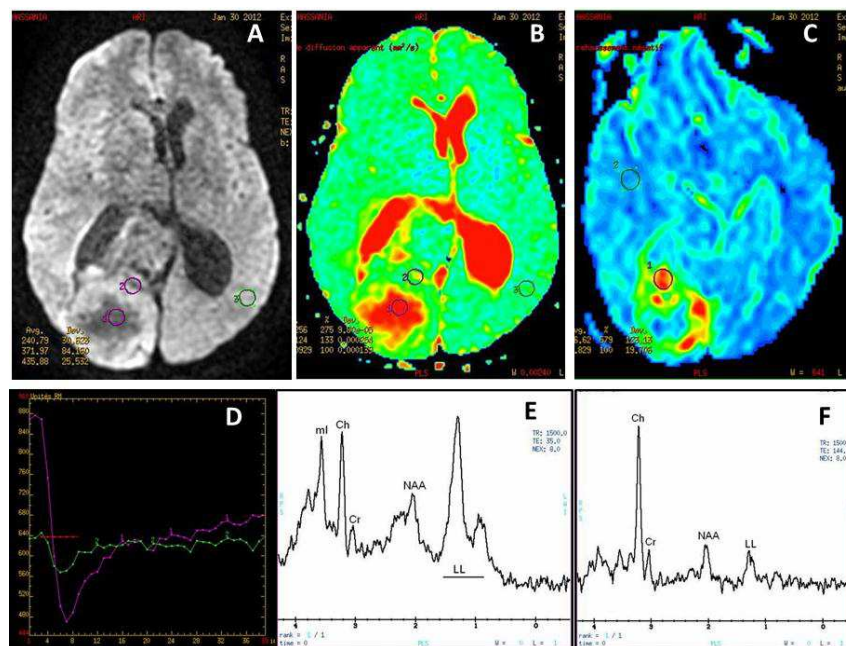


Figure 3. Glioblastome: A- Diffusion: légère hypère-signal de la partie tissulaire et hypo-signal au centre; B- Cartographie du CDA: (CDAt/CDAsb)tissu=1,33; (CDAt/CDAsb)centre=2,75; C- Cartographie du VSC: signal élevé = hyperperfusion; D- Courbe de première passage: (VSC)tissu/(VSC)sb=6,79; E- Spectre à TE court: présence massive de Lipide libre et myo-inositol; F- Spectre à TE long: Ch/NAA=4,45; Ch/Cr=4,89.

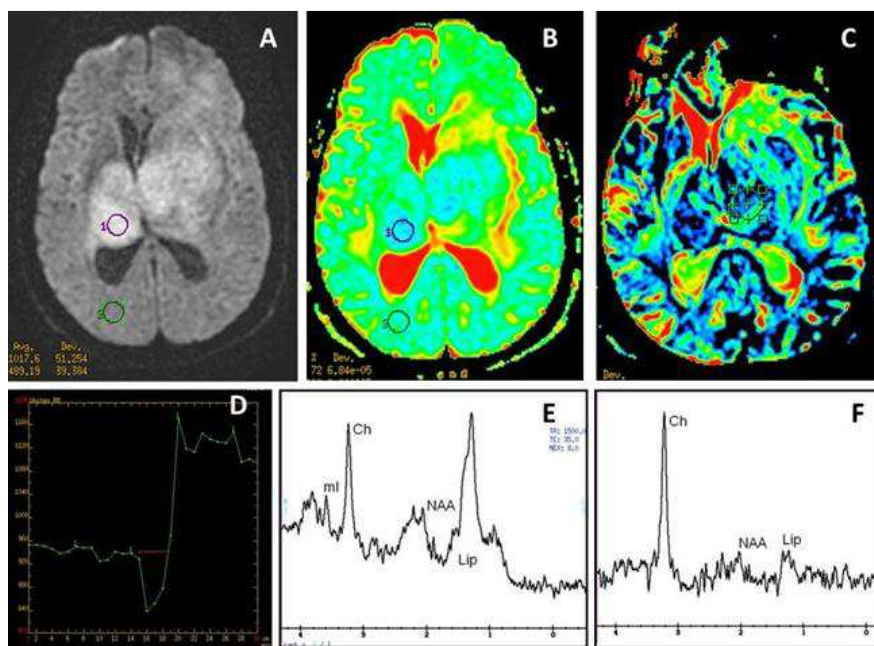


Figure 4. Lymphome: A- Diffusion: hypère-signal= restriction de la diffusion; B- Cartographie du CDA: (CDAt/CDAsb)tissu=0,72; C- Cartographie du VSC: signal bas = hypo-perfusion; D- Courbe de première passage: remontée importante au-dessus de la ligne de base après le premier passage=rupture de la BHE; E- Spectre à TE court: présence massive de Lipide libre et myo-inositol; F- Spectre à TE long: Élévation de choline Ch; effondrement de NAA et de Cr.

4.2 DIFFUSION

Le LCP apparaît dans 84% (5/6) des cas comme une lésion hyper-intense avec une nette diminution de la valeur du CDA ($rCDAmoy=0,867$) reflétant le caractère hyper-cellulaire de cette tumeur [3].

Pour les gliomes malins, l'élévation de la cellularité lésionnelle tend à réduire l'ADC [4], [5]: les zones solides sont en hyper-signal, en rapport avec un ADC bas ($rCDAmoy=1,245$); alors que les zones centrales nécrotiques paraissent en hypo-signal, avec un ADC plus élevé ($rCDAmoy=2,91$).

4.3 PERFUSION

Le rapport rVSC des LCP est normal, voire discrètement augmenté, en moyenne entre 0,56 et 2 fois la normale ($(rVSC)_{moy}=1,13$). Ainsi que la courbe de perfusion tumorale présentait un aspect caractéristique de remontée importante au-dessus de la ligne de base après le premier passage, due à une fuite importante du produit de contraste dans le tissu interstitiel. Alors la prise de contraste en séquence T1 injecté est liée à l'inflammation et à la rupture de la BHE et non à une néovascularisation; En plus ces anomalies sont limitées à la tumeur et ne sont pas observées dans l'espace péri-tumoral [6], [7], [8]. Une valeur du rVSC supérieure à 2 apparaît comme valeur prédictive d'exclusion des lymphomes dans notre série.

Pour les gliomes malins la zone solide est hyper-perfusée avec une élévation très importante du rVSC ($(rVSC)_{moy}=3,97$) en rapport avec la néoangiogenèse tumorale, et, en corrélation avec le grade tumoral. Une valeur du rVSC supérieure à 1.64 apparaît comme un indice de passage à la malignité des gliomes dans notre série. Ce qu'est en concordance avec les résultats de la littérature [8], [9]. Les valeurs du rVSC restent élevées même au-delà de la partie solide de la tumeur apparente, reflet de l'infiltration cellulaire et de la néoangiogenèse au-delà des limites tumorales apparentes et de la prise de contraste [10], ces valeurs s'abaissent dans la zone oedémateuse et s'effondrent dans la partie nécrotique [11].

4.4 SPECTROSCOPIE

Une résonance très nette de lipides libres domine le spectre des LCP, due à la présence de macrophages actifs qui contiendraient un fort taux de lipides mobiles, et, qui persiste même sur les spectres à distance de la prise de contraste, témoignant du caractère infiltrant de ces types de lésions [12], [13], [14]. La valeur de rapport Ch/NAA est plus élevée dans les LCP, reflète une souffrance neuronale aiguë ($\downarrow$ NAA), et une atteinte membranaire plus importante ($\uparrow$ Choline).

Les courbes de spectroscopie des gliomes malins reflètent l'augmentation du métabolisme et de la prolifération cellulaire: une élévation marquée du pic de choline—corrélée à l'élévation du Ki-67 (Indice de prolifération histologique) [15]. Apparition d'une résonance de lactates/lipides, plus ou moins légère, témoins respectifs de l'anabolisme tumoral et de la nécrose.

Dans des cas rares, l'imagerie de diffusion, de perfusion et de spectroscopie des deux types tumoraux peuvent sensiblement se ressembler, le recours dans de tels cas à l'IRM conventionnelle peut aider à les distinguer, d'où l'intérêt de la confrontation des différentes modalités d'imageries.

5 CONCLUSION

Les séquences de diffusion, de perfusion et de spectroscopie contribuent d'une façon majeure au diagnostic différentiel entre lymphome et gliome malin, par des renseignements fondamentalement différents de ceux de l'imagerie conventionnelle. Un rapport CDA_t/CDA_{sb} bas voir normal, la présence d'un pic de lipide qui domine le spectre orientent vers des LCP. L'absence de zone hyper-perfusée s'impose comme principal critère discriminant avec le gliome malin. Ainsi que la valeur de rapport Ch/NAA est plus élevée dans les lésions de Lymphome que dans les lésions gliales malignes.

REFERENCES

- [1] C. Houillier, A. Gonzalez-Aguilar and K. Hoang-Xuan, "Lymphome cérébral primitif chez un sujet immunocompétent", *Pratique Neurologique—FMC*, n° 3, pp. 40–44, 2012.
- [2] DA. Altman, DS. Jr. Atkinson and DJL. Brat, "Best cases of the AFIP- Glioblastoma multiforme", *Radiographics*, n° 27, pp. 883–888, 2007.

- [3] CH. Toh, M. Castillo, AM. Wong, KC. Wei, HF. Wong, Ng SH and YL. Wan, *"Primary cerebral lymphoma and glioblastoma multiforme: differences in diffusion characteristics evaluated with diffusion tensor imaging"*, AJNR Am J Neuroradiol, vol 29, n° 3, pp. 471-475, 2008.
- [4] F. Yamasaki, K. Kurisu, K. Satoh, K. Arita, K. Sugiyama, M. Ohtaki, J. Takaba, A. Tominaga, R. Hanaya, H. Yoshioka, S. Hama, Y. Ito, Y. Kajiwar, K. Yahara, T. Saito and MA. Thohar, *"Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging"*, Radiology; n° 235, pp. 985-991, 2005.
- [5] A. Doskaliyev, F. Yamasaki, M. Ohtaki, Y. Kajiwar, Y. Takeshima, Y. Watanabe, T. Takayasu, V. Jeet Amatya, Yuji Akiyama, K. Sugiyama and K. Kurisu, *"Lymphomas and glioblastomas: Differences in the apparent diffusion coefficient evaluated with high b-value diffusion-weighted magnetic resonance imaging at 3 T"*, European Journal of Radiology, n° 81, pp. 339-344, 2012.
- [6] F. Cotton, P. Ongolo-zogo, G. Louis-Tisserand, N. Streichenberger, M. Hermier, A. Jouvet, C. Hlaiheli, E. Jouanneau, G Salles and J.C. Froment, *"IRM de diffusion-perfusion dans l'évaluation des lymphomes cérébraux"*, J. Neuroradiol, n° 33, pp. 220-228, 2006.
- [7] S. Haque, M. Law, LE. Abrey and RJ. Young, *"Imaging of lymphoma of the central nervous system, spine and orbit"*, Radiol Clin N Am, n° 46, pp. 339-361, 2008.
- [8] In Ho Lee, Sung Tae Kim, Hyung-Jin Kim, Keon Ha Kim, Pyoung Jeon and Hong Sik Byun, *"Analysis of perfusion weighted image of CNS lymphoma"*, European Journal of Radiology, n° 76, pp. 48-51, 2010.
- [8] M. Law, S. Oh, G. Johnson, JS. Babb, D. Zagzag, J. Golfinos and PJ. Kelly, *"Perfusion magnetic resonance imaging predicts patient outcome as an adjunct to histopathology: a second reference standard in the surgical and nonsurgical treatment of low-grade gliomas"*, Neurosurgery, vol. 58, n° 6, pp. 1099-1107, 2006.
- [9] D. Galanaud, F. Nicoli, D. Figarella-Branger, P. Roche, S. Confort-Gouny, Y. Le Fur and PJ. Cozzone, *"Spectroscopie par résonance magnétique des tumeurs cérébrales"*, J Radiol, n° 87, pp. 822-832, 2006.
- [10] W. Liao, Y. Liu, X. Wang, X. Jiang, B. Tang, J. Fang, C. Chen and Z. Hu, *"Differentiation of primary central nervous system, lymphoma and high-grade glioma with dynamic susceptibility contrast-enhanced perfusion magnetic resonance imaging"*, Acta Radiol, vol. 50, n° 2, pp. 217-225, 2009.
- [11] A. Di Costanzo, S. Pollice, F. Trojsi, GM. Giannatempo, T. Popolizio, L. Canalis, M. Armillotta, A. Maggialelli, A. Carriero, G. Tedeschi and T. Scarabino, *"Role of the perfusion-weighted imaging at 3T in the assessment of malignancy of cerebral gliomas"*, Radiol med, vol. 113, n° 1, pp. 134-143, 2008.
- [12] S. Grand, I. Tropres, D. Hoffmann, A. Ziegler and J F. Le Bas, *"Apport de la spectroscopie ¹H au diagnostic des processus tumoraux intra-parenchymateux cérébraux et leur suivi thérapeutique"*, Neurochirurgie, vol. 51; n° 3-4, pp. 299-308, 2005.
- [13] N. Martin-Duverneuil, R. Guillemin and J. Chiras, *"Imagerie des gliomes"*, Cancer/Radiothérapie, n° 12, pp. 669-675, 2008.
- [14] S. Taillibert, R. Guillemin, C. Menuel, M. Sanson, K. Hoang-Xuan, J. Chiras and H. Duffau, *"Brain lymphoma: usefulness of the magnetic resonance Spectroscopy"*, J Neurooncology, n° 86, pp. 225-229, 2008.
- [15] H. Schimitzu, T. Kumabe, R. Shirane and T. Yoshimoto, *"Correlation between choline level measured by proton MR spectroscopy and Ki-67 labeling index in gliomas"*, AJNR Am J Neuroradiol, n° 21, pp. 659-665, 2000.

Un survol du concept d'entrepreneuriat

[An overview of the concept of entrepreneurship]

Ines FARHAT DALHOUM¹ and Anis JARBOUI²

¹Doctorante en sciences de gestion, Faculté de sciences économiques et de gestion Sfax, Tunisia

²Professeur, Institut Supérieur d'Administration des Affaires de Sfax Université de Sfax, Tunisia

Copyright © 2016 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: Entrepreneurship is a concept whose borders have greatly expanded over the last decades, and this is both in terms of research than practice. Entrepreneurship is the most effective means that enables to bridge the gap between science and the market, the creation of new businesses and new products and services on the market. This research will attempt to clarify the phenomenon of entrepreneurship by referring to different disciplines and different approaches.

KEYWORDS: entrepreneurship, approaches to entrepreneurship.

RÉSUMÉ: L'entrepreneuriat est un concept dont les frontières se sont grandement élargies au cours des dernières décennies, et c'est autant sur le plan de la recherche que de la pratique. L'entrepreneuriat constitue le moyen le plus efficace qui permet de combler l'écart entre la science et le marché, de créer des nouvelles entreprises et des nouveaux produits et services sur le marché. Cette recherche tentera de clarifier le phénomène de l'entrepreneuriat en se référant aux différentes disciplines et aux différentes approches.

MOTS-CLEFS: l'entrepreneuriat, les approches de l'entrepreneuriat.

1 DEFINITION DE L'ENTREPRENEURIAT

Depuis les années 1980, l'entrepreneuriat est apparu comme un sujet d'intérêt croissant, elle représente un phénomène économique et social. L'entrepreneuriat constitue un objet de recherches aussi et de plus en plus un domaine d'éducation et d'enseignement, il existe des différents chemins où l'entrepreneuriat peut être défini. Ainsi le phénomène entrepreneurial est considéré comme un phénomène d'organisation. Dans cette vision l'analyse de l'entrepreneuriat revient à étudier la naissance de nouvelles organisations ou les activités permettant à un individu de créer une nouvelle entité.

Durant les dernières décennies, l'entrepreneuriat a été évalué comme étant l'un des facteurs fonciers de la production des services, de la richesse, du travail et des ressources naturelles. Jusqu'à aujourd'hui, on accorde une importance à la favorisation de l'entrepreneuriat, surtout au sein des universités, vu qu'elle représente un facteur important du développement économique, et puisqu'elle est présente dans tous les domaines de l'activité humaine, de l'économie, de la culture, de l'enseignement ...

À présent, l'entrepreneuriat est de plus en plus évalué comme étant un élément prétentieux de développement, et cela s'exprime particulièrement par son impact sur l'intégration professionnelle des diplômés et par la création d'emplois. Plusieurs institutions accordent une importance sur la notion de l'entrepreneuriat vu son rôle fondamental dans la formation des ressources humaines et dans la diffusion des valeurs.

Ainsi, l'entrepreneuriat –tant en termes de création d'entreprise qu'en terme de modernisation et d'innovation des entreprises existantes- représente un élément crucial pour relever ces défis. L'entrepreneuriat apparaît comme une alternative intéressante qui permet de réduire le taux de chômage et d'offrir aux jeunes diplômés la possibilité de s'insérer dans la vie active, d'avoir leurs propres entreprises et d'imprimer leurs impacts sur la société. L'entrepreneuriat est considéré alors comme l'élément-clé des performances économiques, non pas seulement en Tunisie mais dans le monde entier, cet élément-clé joue un rôle structurel et dynamique important dans toutes les économies.

Cependant, l'entrepreneuriat peut être défini comme l'action qui permet de constituer une nouvelle organisation autrement dit de créer une entreprise, elle est aussi considérée comme l'activité qui permet de créer de nombreux emplois.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Au 20^{ème} siècle, l'économiste autrichien Schumpeter.J (1883-1950) a annoncé que l'entrepreneuriat met l'accent sur l'innovation, il a choisi de se concentrer sur la création de nouveau produit et sur les nouvelles méthodes de production, aussi Schumpeter.J (1934) a encouragé les entrepreneurs à exploiter des nouveaux marchés et à trouver des nouvelles formes d'organisation. . Knight.K (1967) et Drucker.P (1970) prouvent que l'entrepreneuriat consiste à prendre les risques. Alors tout entrepreneur doit être prêt à mettre en jeu sa carrière et sa sécurité financière afin de mettre en œuvre son idée, son capital et son temps dans une entreprise risquée.

Les études du concept « entrepreneuriat » ont été influencées par l'économie, la psychologie, la sociologie et des littératures de gestion stratégiques fournissant des cadres théoriques et des outils méthodologiques (Gustafsson.V, 2004). Cette approche multi-disciplinaire n'est pas surprenante étant donnée la complexité du phénomène « entrepreneuriat ». Chandler. G et Lyon. D (2001) ont vu l'approche multidisciplinaire à l'entrepreneuriat d'une façon positive et suggèrent que c'est l'un des points forts du domaine de l'entrepreneuriat, ils examinent aussi des cadres et des méthodologies des autres sciences sociales légitimes.

De sa part Filion.L.J (1997) définit l'entrepreneuriat comme étant « le champ qui étudie la pratique des entrepreneurs, leurs activités, leurs caractéristiques, les effets économiques et sociaux de leur comportement ainsi que les modes de soutien qui leur sont apportés pour faciliter l'expression d'activités entrepreneuriales ». D'où, nous pouvons dire alors que l'entrepreneuriat crée de la richesse pour les personnes ou pour les pays, c'est la force la plus puissante de l'économie.

Muzyka.D et Churchill. N.C (1998) ont aussi défini l'essence de l'entrepreneuriat comme "la faculté d'identifier et de faire fructifier une valeur marchande en faisant coïncider une innovation et un besoin". Alors que Scott. M.G (1998) postule que "l'entrepreneuriat consiste à mettre à profit de façon créative les valeurs de l'environnement".

Malgré la dernière polémique sur la définition de l'entrepreneuriat, ce champ reste en maturité. Landstrom.H (2005) prouve qu'il existe trois approches sous-jacentes dans la littérature de l'entrepreneuriat (I) l'entrepreneuriat en fonction du marché, or le thème central est la fonction économique de l'entrepreneur plutôt que le type de sa personnalité. À cet égard, l'entrepreneur agit en tant qu'agent, recueille les informations et répartit les ressources pour profiter des opportunités offertes par les lacunes de l'offre et de la demande sur le marché. (II) l'entrepreneuriat en tant que processus c'est-à-dire définir l'esprit d'entreprise en termes de processus entrepreneurial et fournir un contexte populaire pour les recherches en entrepreneuriat qui est représentée dans la littérature à travers deux approches différentes (la première c'est la succession des événements liés à la création des nouvelles entreprises et la seconde c'est le processus impliquant l'identification et l'évaluation des opportunités) . (III) l'entrepreneur comme étant une personne physique; les études antérieures sur l'entrepreneur individuel peuvent être divisées en trois volets distincts (1) l'approche de trait à l'entrepreneuriat qui a été poursuivi par nombreux chercheurs dans le but de séparer les entrepreneurs des non-entrepreneurs et d'identifier une liste de traits de caractère spécifiques à l'entrepreneur (McStay.D, 2008), (2) les perspectives du comportement où l'entrepreneur a été estimé comme étant l'individu ayant la capacité de reconnaître, d'exploiter et d'agir sur les opportunités. (Bygrave.W et Minniti.M, 2000), (3) les processus cognitifs, or les recherches sur les processus cognitifs des entrepreneurs tentent de mieux comprendre « comment les entrepreneurs pensent » (Mitchell.R.K et al., 2007) et examinent les facteurs psychologiques, cognitifs et physiologiques pouvant impacter la vigilance et les capacités de l'entrepreneur (Baron.R 2004).

Ainsi, les études du processus cognitif et les schémas cognitifs sont importants puisqu'elles aident à comprendre ce que nous considérons comme pertinent dans des nouvelles connaissances, la manière dont nous traitons l'information et comment la structurer (Krueger.N.F, 2007). En fait, étudier la cognition entrepreneuriale revient à étudier la façon dont les entrepreneurs utilisent les cartes cognitives pour traiter des informations relatives à la création et à la gestion d'une entreprise (Mitchell.R.K et al., 2007). La cognition entrepreneuriale est censée être l'explication des raisons pour lesquelles certaines personnes deviennent entrepreneurs tandis que d'autres ne le sont pas, et pourquoi certaines personnes reconnaissent les opportunités que d'autres ne le voient pas (Shane.S et Venkataraman.S, 2000).

À travers ses enquêtes, Johannisson (2003) prouve que l'entrepreneuriat peut être considéré comme un processus dans lequel des ressources, indépendantes à l'origine, sont réorganisées d'une nouvelle façon pour saisir une opportunité d'affaires.

La plupart des économistes conviennent aujourd'hui que l'entrepreneuriat crée la richesse pour les personnes ou pour les pays, c'est la force la plus puissante de l'économie. Alors le soutien du gouvernement pour l'entrepreneuriat constitue une stratégie décisive pour le développement économique.

Jusqu'à maintenant, il n'existe pas de meilleure explication de l'entrepreneuriat, mais des significations et des approches qui répondent à des problématiques et à des projets de recherche judicieux. Nous apprécions l'entrepreneuriat comme étant un processus dynamique et complexe. Autrement dit elle constitue le grain des facteurs psychologiques, sociaux, culturels, politiques et économiques. De même, l'entrepreneuriat s'est développé largement par des chercheurs anglo-saxons et francophones. Elle peut se manifester sous différentes formes telles que : l'entrepreneuriat individuel, l'entrepreneuriat collectif, l'entrepreneuriat familial, l'entrepreneuriat féminin, l'entrepreneuriat social... Cependant, la création d'entreprise constitue pour nous la démonstration la plus appréciable du phénomène entrepreneurial.

3 LES PARADIGMES DE L'ENTREPRENEURIAT

Les paradigmes de l'entrepreneuriat constituent un sujet d'intérêt qui attire l'attention de certains auteurs tels que Shane et Venkataraman, (2000); Verstraete et Fayolle, (2004), Paturel (2005), (2006a), (2006b), (2007), Messeghem (2006)...

Il va sans dire que, l'entrepreneuriat constitue un phénomène complexe et multi paradigmatique qu'on ne peut pas le simplifier en un seul paradigme pour en cerner ses différents aspects (Verstraete.T.(1999); Messeghem (2006)). Par conséquent, il est indispensable de se référer à une lecture multi paradigmatique tout en décrivant la complémentarité entre ces paradigmes et le champ de l'entrepreneuriat. Dans ce contexte, Verstraete et Fayolle (2004) ont recommandé quatre paradigmes principaux pour la recherche en entrepreneuriat à savoir: le paradigme de l'opportunité d'affaires, le paradigme de la création d'organisation, le paradigme de la création de valeurs et enfin paradigme de l'innovation.

3.1 LE PARADIGME DE L'OPPORTUNITÉ

Ce paradigme est considéré le plus récent dans le domaine de recherche en entrepreneuriat. Il est enraciné dans les ouvrages de Venkataraman.S (1997) et Shane et Venkataraman.S (2000). Dans cette conception, Shane et Venkataraman.S (2000) considère que l'entrepreneuriat est apprécié comme étant le champ d'étude subjectif qui intègre deux phénomènes à la fois, le premier s'intéresse des entrepreneurs qui identifient, découvrent et exploitent cette opportunité. Le second s'intéresse par la présence d'opportunités d'affaires d'aspect lucratives. Selon ces deux chercheurs, les fondements de l'entrepreneuriat demeurent dans l'identification d'une opportunité d'affaires, à la capacité de la percevoir et à l'engagement des moyens qui permette de l'exploiter.

L'école autrichienne a approfondi les études sur le paradigme de l'opportunité. Ce courant de pensée tient la notion d'opportunité comme étant une explication de l'entrepreneuriat qui peut être définie comme la découverte et l'exploitation des opportunités d'affaires. Shane.S et Venkataraman.S, (2000), prévoient que le contexte permet d'associer l'origine d'opportunité d'affaires, le processus de découverte, d'évaluation et d'exploitation de ces opportunités et les individus qui ont permis d'y avoir accès.

Dans le même contexte, Shane et Venkataraman, (2000) annoncent que «The scholarly examination of how, by whom and with that effects opportunities to create future goods and services are discovered, evaluated and exploited. Consequently, the process of discovery, evaluation and exploitation of opportunities; and the set of individuals who discover, evaluate, and exploit them». Alors, l'identification de l'opportunité d'affaire est considéré comme la base essentielle de la création des nouvelles entreprises.

3.2 LE PARADIGME DE LA CREATION DE VALEURS

Le paradigme de la création de valeurs constitue une extension du paradigme de l'innovation adaptée au champ de l'entrepreneuriat. Dans ce contexte, Bruyat.C (1993) à travers sa thèse de doctorat a énoncé que « l'objet scientifique étudié dans le champ de l'entrepreneuriat est la dialogique individu/création de valeur ». Bruyat a prouvé que «l'individu est une condition nécessaire pour la création de valeurs, il en détermine les modalités de production, l'ampleur... Il en est l'acteur principal ».

Pour Ronstadt (1984) (cité par Verstracte (2003)), l'entrepreneuriat peut être défini comme étant « un processus dynamique de création d'une valeur croissante. Cette valeur est créée par des individus qui assument, les risques majeurs en terme d'équité, de temps, et/ ou de l'engagement de carrière de fournir la valeur pour quelque produit ou service. Ce produit ou ce service peut ou ne pas être nouveau ou unique mais la valeur doit être infusé par l'entrepreneur en se procurant et allouant les compétences et les ressources nécessaires ».

La création de valeurs constitue alors la préoccupation de l'entrepreneur quel que soit la nature du bien ou du service produit par l'entreprise. L'entrepreneur grâce aux divers risques pris, affecte des ressources et des compétences nécessaires à la production.

3.3 LE PARADIGME DE LA CREATION D'ORGANISATION

Au cours de la période 1984-1990, l'approche de la création d'organisation a émergé avec les contributions de plusieurs chercheurs tels que Gartner (1988), Carland J. et alii (1984). En fait, Gartner est considéré comme le chef de file à discuter le paradigme de l'émergence organisationnelle. Gartner défend la conception que l'entrepreneuriat est la création d'une nouvelle organisation. En effet, l'étude de l'entrepreneuriat porte sur la naissance des nouvelles organisations c'est-à-dire sur les activités qui permettent à un individu de créer une nouvelle entité. Ainsi, l'émergence organisationnelle constitue le concept central dans les travaux de Gartner, elle a lieu avant que l'organisation n'existe et peut se définir comme le processus conduisant à l'apparition d'une nouvelle organisation. La conception de la création d'organisation a été adopté par certains autres chercheurs tels que Verstraete.T (1999), Paturel.R, (2007). Verstraete.T (2001).

Dans le même contexte, Hernandez.E.M (1999) s'intéresse moins à l'organisation qu'au processus d'émergence lui-même. Aussi, Bruyat.C (1993) souligne que le processus de création d'organisation présente un caractère plus ou moins entrepreneurial dans la mesure où l'organisation émergente peut résulter d'une reproduction d'activité, d'une imitation ou encore d'un transfert d'activité déjà existante.

Ce paradigme était largement associé au paradigme de l'opportunité. À cet égard, Bygrave W. D. et C. W. Hofer (1991) stipulaient: « un entrepreneur est une personne qui perçoit une opportunité et qui crée une organisation pour la poursuivre».

3.4 LE PARADIGME DE L'INNOVATION

Le paradigme de l'innovation trouve ses origines dans l'œuvre de Schumpeter.J et plus récemment dans les ouvrages de Drucker.P (1985). Cet auteur estime que la présentation d'une innovation par l'entrepreneur est considérée comme le processus élémentaire dans la force économique de changement. Au niveau de cette approche, l'innovation est appréciée comme beaucoup plus qu'une innovation, elle ne devient une innovation que lorsqu'elle elle serait appliquée à un processus industriel et engendre une valeur ajoutée à la fonction de production suite à cette application. Dans ce cadre Drucker.P (1985) arrive à dégager une distinction entre l'administration et l'entrepreneuriat, il définit l'innovation comme la manière à travers laquelle les entrepreneurs puissent exploiter le changement dans le but de pouvoir créer un nouveau service ou bien une opportunité d'affaire.

Ainsi les auteurs qui prennent l'innovation comme attribut de l'entrepreneur accordent une importance à l'innovation, à la créativité et à la découverte. Ces champs constituent donc les sujets de cœurs vitaux. Drucker.P (1985) consente que l'innovation constitue le cœur et la base de toute recherche ou paradigme entrepreneurial, l'innovation est alors tenue comme le moteur du développement qui implique des créations d'entreprises dans le monde de « destruction créatrice ».

4 L'ENTREPRENEURIAT DANS LES DIFFERENTES DISCIPLINES - TROIS FAÇONS DE DEFINIR L'ENTREPRENEURIAT

Les approches scientifiques à l'entrepreneuriat peuvent être réparties en trois catégories prévues par l'économie, la sociologie et la psychologie. La frontière entre ces approches n'est pas encore claire. Chacune des sciences a adopté son propre point de vue sur l'entrepreneuriat. La sociologie a mis l'accent sur les relations collectives entre l'environnement des petites et des grandes entreprises, alors que la psychologie a étudié l'individu dans le contexte de l'entrepreneuriat, et enfin la science de l'éducation s'est concentrée sur les aspects sociaux, éducatifs et culturels du phénomène.

4.1 L'ÉCONOMIE COMME UNE EXPLICATION DE L'ENTREPRENEURIAT

L'intérêt de l'économie est axé sur l'entrepreneuriat comme un mécanisme, un processus et une fonction, ou comme une gestion des petites entreprises. Dans l'économie, les écoles classiques et les écoles néo-classiques sont intéressées des

grandes entreprises. Pour eux, l'économie se réfère à une structure ou à un mécanisme. La mise au point des deux se trouve sur l'équilibre entre l'offre et la demande dans un environnement de concurrence rationnelle et ouvert. Alors que les écoles autrichiennes et les écoles néo-autrichiennes considèrent l'entrepreneuriat comme un processus de l'économie et l'entrepreneur en tant qu'individu unique qui crée ce processus.

4.2 LES THÉORIES DE LA SOCIOLOGIE COMME UNE EXPLICATION DE L'ENTREPRENEURIAT

Les racines de l'entrepreneuriat en sociologie remontent du début du 19^{ème} et 20^{ème} siècles en Allemagne lorsque le pays était dans une phase intense de son industrialisation (École historique de l'Allemagne). Le servage avait été mis fin, la noblesse avait été donné le droit de commerce et d'industrie, le système d'artisanats et des corporations avaient été supprimées. Ainsi, l'Allemagne avait adopté une position de leader dans l'industrialisation.

La sociologie étudie l'être humain et ses interactions avec son environnement. Du point de vue de l'entrepreneuriat, la sociologie s'intéresse aux facteurs socioculturels et leurs relations avec l'entrepreneuriat. (Vesala.K.M, 1992). En termes généraux, l'approche sociologique de l'entrepreneuriat est collective. Max Weber et Karl Marx ont influencé presque toutes les théories sociologiques sur l'entrepreneuriat.

4.3 LES APPROCHES PSYCHOLOGIQUES ET SOCIO PSYCHOLOGIQUES DE L'ENTREPRENEURIAT

Traditionnellement, la psychologie se concentre sur l'individu, également en relation avec l'entrepreneuriat. Elle insiste sur la personnalité de l'entrepreneur, sur ses motivations et plus particulièrement sur la liaison des besoins et des valeurs à l'entrepreneuriat. Les traditions psychologiques peuvent être réparties en deux catégories principales: les théories des traits de personnalité et les modèles psycho-dynamiques. Toutefois, une nouvelle catégorie, qui recouvre partiellement ces deux modèles, est sur le point d'émerger (la catégorie des études psychologiques). Cette catégorie vise à analyser l'entrepreneuriat du point de vue de l'activité ciblée. (Krueger NF, Carsrud AL (1993)).

Les modèles psycho-dynamiques en entrepreneuriat ont expliqués la manière à travers laquelle une personnalité se développe au cours de la vie. Ainsi, les théories des traits de personnalité ont fourni des modèles statiques qui supposent que certaines caractéristiques à un individu servent à déterminer l'esprit d'entreprise. Parmi les théories de trait probablement le plus connu est la théorie de McClelland et la théorie du « besoin de réalisations ».

La théorie du locus contrôle peut-être considéré comme un modèle psychosocial. Elle utilise la notion de contrôle prémisses, qui renvoie à l'idée qu'un être humain a appris des attentes sur les facteurs qui contrôlent son comportement. Un chercheur Finlandais Vesala.K (1992) a découvert que les entrepreneurs ne croient pas que seuls ils influencent leur comportement, mais que d'autres personnes et d'autres facteurs jouent un rôle important dans leurs actions. Cette constatation est intéressante puisqu'elle révèle que les entrepreneurs se considèrent comme des acteurs sociaux. De sa part Brockhaus (1982) prouve que la notion du locus contrôle signifie le sentiment de contrôler les causes et le déroulement d'un événement ou au contraire de les subir.

Dans les modèles psychologiques et sociologiques de l'entrepreneuriat, nous pouvons voir une tendance à examiner l'entrepreneuriat comme un processus interactif. Les études psychologiques et sociologiques en entrepreneuriat insistent sur les aspects sociaux et culturels plus que sur les aspects économiques.

Les nouvelles études semblent se concentrer sur le processus qui a mène à devenir un entrepreneur ainsi que pourquoi et comment les entreprises sont fondées. Ces questions ont été étudiées par plusieurs chercheurs qui ont beaucoup d'idées nouvelles et intéressantes à offrir aux différents domaines de la recherche en entrepreneuriat.

5 LES APPROCHES DE L'ENTREPRENEURIAT

Selon le McStay (2008), les études antérieures sur l'entrepreneuriat peuvent être divisées en trois approches distinctes 1) L'approches Trait, où les entrepreneurs sont supposés avoir certains traits de personnalité qui les rendaient unique tel que le besoin de réalisation, le besoin du pouvoir, le besoin d'appartenance ,etc; 2) Les approches comportementales, où l'entrepreneur est tenu comme créateur d'organisation grâce à ses important réseaux, ses équipes et ses sources de financement etc ; Ici, l'entrepreneur a été estimé en tant qu'individu ayant la capacité de reconnaître, d'exploiter et d'agir sur les opportunités non détectées par les autres 3) Les approches cognitives qui mettent l'accent sur la perception entrepreneuriale, c'est-à-dire sur la manière dont les entrepreneurs interprètent et donnent un sens à l'environnement. C'est une approche relativement nouvelle, qui est encore en croissance.

5.1 L'APPROCHE TRAIT

L'approche trait à l'entrepreneuriat a été menée par plusieurs théoriciens dans le but de distinguer les entrepreneurs des non-entrepreneurs et de déterminer une liste des traits de caractères spécifiques à l'entrepreneur. Toutefois, il n'existe pas un accord concernant le nombre des traits ou de leurs validités (McStay, 2008).

Dej (2007) a souligné des caractéristiques personnelles des entrepreneurs qui ont souvent été liés à des intentions entrepreneuriales et à la réussite entrepreneuriale. Telles que 1- le besoin d'accomplissement (désigne que les individus doivent travailler dur pour atteindre le succès) 2- le locus de contrôle, (c'est l'une des aspects du mode cognitif qui représente l'extension à laquelle les individus se sent en charge), 3- la prise de risque (elle décrit le mode cognitif individuel par rapport à la prise des risques), 4- la tolérance de l'ambiguïté, (qui décrit la capacité de l'individu à prendre des décisions avec des informations incomplètes) 5- la créativité (qui décrit la tendance à l'expérimentation, les essais et les erreurs et enfin la pensée latérale), 6- la nécessité de l'autonomie (qui constitue le besoin d'être indépendant et d'avoir le contrôle) 7- l'auto-efficacité (décrit les auto-croyances optimistes afin de faire face à une variété des demandes difficiles).

Bref, l'approche trait à l'entrepreneuriat a apporté une importante contribution aux études antérieures, même si, certains rapports directs ont été trouvés entre les traits des entrepreneurs et des non-entrepreneurs dans les études précédentes. Par conséquent, l'approche psychologique dans les études de l'entrepreneuriat s'est éloignée de l'enquête des traits de personnalité, à l'exploration du comportement, à la motivation et à la cognition (Shaver.K et Scott.L, 1991).

5.2 L'APPROCHE COMPORTEMENTALE

L'entrepreneur a été tenu en haute estime comme un individu ayant la capacité de reconnaître, d'exploiter et d'agir sur les opportunités qui ne sont pas détectés par les autres. C'est un comportement qui regroupe les théoriciens qui cherchent à mieux comprendre l'entrepreneuriat (Bygrave.W et Minniti.M, 2000). Tandis que l'approche trait à la compréhension de l'entrepreneuriat discute le sujet de « qui est un entrepreneur ? ».

L'approche cognitive examine les antécédents du comportement entrepreneurial, et les approches comportementales s'intéressent de ce que les entrepreneurs font. Ainsi, l'objectif de l'approche comportementale en entrepreneuriat consiste à comprendre le rôle de l'entrepreneur dans le processus complexe de création de nouvelles entreprises. Gartner.W.B (1988) a affirmé que les chercheurs doivent observer les entrepreneurs dans le nouveau processus de création d'entreprise et décrit précisément les rôles et les activités qu'ils peuvent exercer.

La recherche entrepreneuriale passe de l'approche trait à l'approche comportementale (Gartner.W.B, 1988). Gartner a suggéré que la recherche doit se concentrer sur ce qui fait un entrepreneur et non pas ce qui il est, comme par exemple, les entrepreneurs en tant que créateur d'une nouvelle organisation. Shaver.K et Scott.L (1991) à travers leurs recherches ont conclu qu'il n'est pas possible d'ignorer totalement la personne. C'est l'entrepreneur qui rend les choses se rassemblent.

5.3 L'APPROCHES COGNITIVES

Les chercheurs sont convaincus que les modèles cognitifs fournissent une puissance prédictive estimée comme plus forte que l'approche de trait dans la recherche de l'entrepreneuriat (Gartner.W.B, 1985). Ainsi, les recherches sur les processus cognitifs des entrepreneurs tentent de mieux comprendre le « comment les entrepreneurs pensent ? » (Mitchell et al., 2007). Dans ce contexte Baron.R (2004) prouve que certains individus possèdent des structures cognitives adéquates à la détection des opportunités d'affaires potentielles. Cependant, la sensibilité d'un entrepreneur à saisir l'opportunité d'affaires peut varier dans le temps et pour une situation donnée. Ils existent plusieurs questions qui visent à animer l'approche cognitive, dont la principale est « pourquoi certaines personnes deviennent des entrepreneurs tandis que d'autres autant ou plus talentueux ne le sont pas?? ».

Kirzner.I, (1979) à travers ses enquêtes a soulevé l'hypothèse sous-jacente selon laquelle les entrepreneurs pensent et se comportent d'une manière distinctive différente des non-entrepreneurs. Premièrement, les entrepreneurs cherchent et reconnaissent les opportunités et ensuite ils évaluent le risque pour créer des nouvelles entreprises. Dans ce processus, les entrepreneurs n'utilisent non seulement leurs jugements affectifs (tels que leurs réponses émotives et leurs sentiments), mais aussi ils utilisent des raisonnements cognitifs (leurs croyances, leurs pensées et leurs aptitudes) pour prendre des décisions.

L'approche cognitive est tenue comme l'une des nouvelles approches du champ qui met l'accent sur la personne, il s'agit de la personne, et non pas de la personnalité (Shaver & Scott, 1991).

Alors, l'approche cognitive met l'accent sur la perception entrepreneuriale de l'individu alors que l'approche trait se concentre plus sur la personnalité de l'entrepreneur.

Dans une perspective plus vaste le domaine de la recherche sur la cognition entrepreneuriale est encore à ses débuts (Mitchell et al., 2007). Toutefois, il est avéré être une approche fructueuse à explorer.

6 CONCLUSION

Compte tenu de ce qui a été écrit dans cet article, l'entrepreneuriat peut se définir comme étant l'activité impliquant la découverte, l'évaluation et l'exploitation des opportunités dans le but d'introduire des nouveaux biens, des services, des nouveaux marchés et des nouvelles structures d'organisation. L'entrepreneuriat constitue aussi l'instrument clé permettant d'améliorer la compétitivité entre les nations, de favoriser la croissance et le développement économique, d'accroître les possibilités d'emploi et de réduire le chômage et la pauvreté.

Afin de soutenir et d'encourager l'entrepreneuriat, certaines stratégies peuvent être mises en place telles que les changements des politiques fiscales, la politique de la réglementation, l'accès aux capitaux et la protection juridiques des droits des propriétés.

REMERCIEMENTS

Au Seigneur, qui m'accorde santé et protection, et me comble de ses bénédictions tous les jours de ma vie. A feu mon père, ma mère et mon mari qui ont toujours été présent pour moi, qui ont pu m'offrir le support moral indispensable à la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- [1] Baron, R. (2004). "Potential benefits of the cognitive perspective": *Journal of Business Venturing*, 19, 169-172.
- [2] Brockhaus, R. H. (1982) . "The psychology of the entrepreneur:" In C.A. Kent, D.L.Sexton and K.H. Vesper (Eds.), *Encyclopedia of Entrepreneurship* (pp.39-71), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [3] Bruyat, C. (1993) : « Création d'entreprises : contributions épistémologiques et modélisations», thèse de doctorat, Université Pierre Mendès France Casson M. (2005): « Entrepreneurship and the theory of the firm » *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 58, (2005), p. 327-334
- [4] Bygrave W. D. et C. W. Hofer (1991), « Theorizing about Entrepreneurship », *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol. 16, N° 2.
- [5] Bygrave, W. and Minniti, M. (2000). "The social dynamics of entrepreneurship": *Entrepreneurship Theory and Practice*, 24 (3), 25-36.
- [6] Carland J. et alii (1984), Differentiating entrepreneurs from small business owners : a conceptualization. *Academy of Management Review*, Vol. 9, n° 2, pp.354-359.
- [7] Chandler, G., & Lyon, D. (2001). Issues of Research Design and Construct Measurement in Entrepreneurship Research: The Past Decade, *Entrepreneurship Theory and Practice*, 101-116.
- [8] Dej, D. (2007). Motivation to become entrepreneur: In .M.Leon & M.Gorgievski (Eds) , *Psychology of entrepreneurship research and education* (pp.57-64), printed in Spain.
- [9] Drucker, P. (1970) "Entrepreneurship in Business Enterprise", *Journal of Business Policy*, vol 1, 1970.
- [10] Drucker P. F (1985), *Innovation and Entrepreneurship*, New York, Harper and Row.
- [11] Filion.L.J (1997), «Le champ de l'entrepreneuriat; Historique, Evolution et Tendances», *Revue Internationale PME*, pp. 129-172. Vol 10, n° 2
- [12] Gartner, W.B. (1985). "A conceptual framework for describing the phenomenon of new venture creation": *Academy of Management Review*, 4 (10) , 695-705.
- [13] Gartner, W.B. (1988) . "Who is an entrepreneur? Is the wrong question": *American Journal of Small Business*, 12 (4), 11-32.
- [14] Good, T. L., and Brophy, J. E. (1990). *Educational psychology: A realistic approach*, (4th Ed.) White Plains, NY: Longman
- [15] Gustafsson, V. (2004). *Entrepreneurial decision-making: individual, tasks and cognition*, Jonkoping International Business School.
- [16] Hernandez, E-M. (1999), « Le processus entrepreneurial : vers un modèle stratégique d'entrepreneuriat », Paris-Montréal, L'Harmattan.p 326

- [17] Johannisson, B. (2003). « La modernisation des districts industriels : rajeunissement ou colonisation managériale ? », *Revue internationale PME*, vol. 16, no 1, p. 11-41.
- [18] Knight, K. (1967) "A descriptive model of the intra-firm innovation process", *Journal of Business of the University of Chicago*, vol 40, 1967.
- [19] Kirzner, I. (1979). *Perception, opportunity and profit*: Chicago, University of Chicago Press.
- [20] Krueger NF, Carsrud AL (1993) Entrepreneurial intentions: Applying theory of planned behaviour. *Entrepreneurship and Regional Development* 5: 315–330
- [21] Krueger, N., Reilly, M. & Carsrud, A. (2000). "Competing models of entrepreneurial intentions": *Journal of Business Venturing*, 15, 411-532.
- [22] Krueger N.F. (2007), « Experiential essence of entrepreneurial thinking », *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 31, n° 1, pp. 123-138.
- [23] Landstrom, H. (2005). *Pioneers in entrepreneurship and small business research: International studies in entrepreneurship*, Springer Science and Business Media.
- [24] McStay, D. (2008). *An investigation of undergraduate student self-employment intention and the impact of entrepreneurship education and previous entrepreneurial experience*: School Of Business, Bond University, Australia.
- [25] Mitchell, R. K., Busenitz, L., Bird, B., Gaglio, C. M., McMullen, J., Morse, E., & Smith, J. (2007) . "The central question in entrepreneurial cognition research": *Entrepreneurship Theory and Practice*, 1-27.
- [26] Muzyka D et Churchill N.C (1998), "Cultiver l'esprit d'entreprendre", in : BIRLEY S et MUZYKA D, (sous la direction de), *L'art d'entreprendre*, Village Mondial, 1998, p. 288- 292.
- [27] Paturel, R. (2005) : « Pistes de réflexions en vue de l'élaboration d'une grille de positionnement des pratiques entrepreneuriales », 4e congrès de l'Académie de l'Entrepreneuriat, Paris, actes.
- [28] Paturel, R. (2006a) : « Délimitation du champ de l'entrepreneuriat par ses caractéristiques, pratiques et paradigmes », 1er colloque International du Réseau Méditerranéen des Ecoles de Management, Le management dans l'Espace Méditerranéen: Modèles et Pratiques, 9 et 10 juin 2006, Beyrouth, actes.
- [29] Paturel, R. (2006b) : « Essai d'élaboration d'une grille de positionnement des pratiques et des paradigmes de l'entrepreneuriat », *Revue Marocaine de commerce et de Gestion*, n° 2, p. 75-89.
- [30] Paturel, R. (2007) : « Grandeurs et servitudes de l'entrepreneuriat » .*Revue Internationale de Psychosociologie*, N° 31, automne 2007.
- [31] Paturel, R. (2007) : « Démarche stratégique et performance des PME », chapitre 30 de l'ouvrage « *Management des PME, de la création à la croissance* », sous la direction de Louis-Jacques FILION, Pearson Education, 2007, pages 429-443.
- [32] Schumpeter JA. (1934). "*The Theory of Economic Development*", Cambridge, Massachusetts: Harvard Economic Studies Series, vol. XLVI.
- [33] Scott M.G(1998) , "Entreprendre est universel", anges ou démons" ?", in : BIRLEY S et MUZYKA D, (sous la direction de), *L'art d'entreprendre*, Village Mondial, 1998, p. 193- 195
- [34] Shane S; Venkataraman S. (2000): « The promise of entrepreneurship as a field of research », *The Academy of Management Review*; janvier 2000; p 217.
- [35] Shaver, K. & Scott, L. (1991). "Person, Process, Choice: The Psychology of New Venture Creation", *Entrepreneurship Theory and Practice*, 23- 45.
- [36] Venkataraman S. (1997), "*The distinctive domain of entrepreneurship research, in Advances in Entrepreneurship*", *Firm Emergence and Growth*, volume 3, Edited by Katz J. and Brockhaus R., Greenwich, JAI Press, p. 119-138.
- [37] Venkataraman, S. (2000). "Comments". In: Sarasvathy, S.D. (Ed.), *Report on the seminar on research perspectives in entrepreneurship*. *J. Bus. Venturing* vol. 15(1), 1–58.
- [38] Verstraete T. (2001), « Entrepreneuriat : modélisation du phénomène », *Revue de l'Entrepreneuriat*, Vol. 1, n° 1.
- [39] Verstraete T. (1999), *Entrepreneuriat : connaître l'entrepreneur, comprendre ses actes*, L'Harmattan, Collection Economie et Innovation.
- [40] Verstraete T. (2003) « Entrepreneuriat et management stratégique : des domaines singuliers se recouvrant par le truchement des stratégies entrepreneuriales » *Management International; Spring 2002*; Vol. 6, No 2; p. 554
- [41] Verstraete T., Fayolle A. (2004), « Quatre paradigmes pour cerner le domaine de recherche en entrepreneuriat », C.I.F.E.P.M.E., Montpellier.
- [42] Vesala, K.M. (1992) "Pienyrittäjien kontrollipremissit: sosiaalipsykologinen tarkastelu ». *Acta Psychologia Fennica, Monographies of Applied Psychology*; vol. 1992, no. 5.

Nouvelle méthode d'amélioration de la qualité des mesures électriques : Application à l'extraction des paramètres intrinsèques des cellules photovoltaïques

[New method for improving the quality of electrical measurements: application to the extraction of the intrinsic parameters of the photovoltaic cells]

Abdessamad Malaoui

Université Sultan Moulay Slimane, Laboratoire (LIRST), Faculté Polydisciplinaire, Béni Mellal, Maroc

Copyright © 2016 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 intrinsic electrical parameters of photovoltaic cells (R_s : series resistance, R_{sh} : shunt resistance, I_{ss} : the saturation current and ideality factor η) have a very important role in determining and monitoring the performance of these cells. They help to provide important information on developments or degradation of junctions during electrical operation. They also indicate the intervention limits to replace or repair the PV panels, especially in importance installations. This paper deals a new technique used to improve the quality of the electrical measurements of photovoltaic modules. This method is based on statistical analysis of these measures on two dimensions. The performance of this technique was tested on the P(V) and I (V) characteristics of a PV module. The results show the value of this method because it is able to detect the presence of several types of measurement errors and their origins. A comparison of the results is presented at the end of this work, to show the quality and amount of improvement made by this method on the measurements accuracy of the electrical parameters (R_s , R_{sh} , η and I_{ss}).

KEYWORDS: Measurement errors, statistical method, photovoltaic module, renewable energy, electrical parameters, microcontroller.

RESUME: Les paramètres électriques intrinsèques des cellules photovoltaïques (la résistance série R_s , la résistance shunt R_{sh} , le courant de saturation I_{ss} et le facteur d'idéalité η), jouent un rôle très important dans la détermination et le suivi des performances de ces cellules. Ils permettent de fournir des informations importantes sur l'évolution ou la dégradation des jonctions au cours du fonctionnement électrique. Ils indiquent aussi les limites d'intervention pour substituer ou réparer les panneaux PV, surtout dans les installations de grandes importances. Ce papier traite l'utilisation d'une nouvelle technique afin d'améliorer la qualité des mesures électriques effectuées sur des modules photovoltaïques. Cette méthode est basée sur l'analyse statistique de ces mesures sur deux dimensions. La performance de cette technique a été testée sur les caractéristiques P(V) et I(V) d'un module PV monocristallin, en déterminant ses paramètres électriques intrinsèques. Les résultats trouvés montrent l'intérêt de cette méthode parce qu'elle est capable de détecter la présence de plusieurs types des erreurs de mesure, ainsi que leurs origines et natures. Une comparaison des résultats est présentée à la fin de ce travail, pour montrer la qualité et la quantité d'amélioration apportées par cette méthode sur la précision des mesures des paramètres électriques (R_s , R_{sh} , η et I_{ss}).

MOTS-CLEFS: Erreurs de mesure, carte statistique du contrôle, module photovoltaïque, énergies renouvelables, paramètres électriques, microcontrôleur.

1 INTRODUCTION

L'optimisation de la production électrique par les cellules Photovoltaïques (PV) a connu une grande focalisation scientifique et technique dans le domaine des énergies renouvelables. Cette optimisation est liée fortement aux performances de ces cellules, en particulier celles fabriquées à base des semi-conducteurs. L'étude de ces performances se fait généralement à travers la mesure et l'analyse des caractéristiques $I=f(V)$ et $P=g(V)$ de ces composants, qui dépendent de plusieurs paramètres électriques tels que la résistance série R_s , la résistance shunt R_{sh} , le courant de saturation I_s et le facteur d'idéalité η . Ces derniers permettent de fournir des informations sur les mécanismes du transport électrique interne et sur les imperfections des étapes technologiques de fabrications et aussi sur la distribution des différents types de défaut [1]. La connaissance, avec précision de ces paramètres permet de comprendre et d'expliquer certains phénomènes électriques à l'intérieur d'un tel module PV. Elle permet également, de déduire indirectement des paramètres électriques extrinsèques qui aident à concevoir des dispositifs répondants à des spécifications bien déterminées, au niveau de la fiabilité et le rendement de la chaîne photovoltaïque [2].

Le problème souvent rencontré dans ce type de mesure, c'est la détermination des valeurs correctes de ces caractéristiques électriques. Plusieurs sources d'erreurs peuvent intervenir pendant la mesure dans ce genre d'application, à savoir les erreurs aléatoires (seuil de mesure, la résolution, l'hystérésis, les parasites, l'influence du milieu sur les panneaux PV et sur la chaîne électrique...), et les erreurs systématiques qui sont provoquées par un mauvais réglage ou un mauvais étalonnage du système de mesure. La méthode éventuelle, souvent utilisée, pour minimiser ces erreurs, est de réaliser une série de mesures, selon une seule dimension, et de calculer la valeur moyenne. Plusieurs études ont montré que cette façon est insuffisante pour avoir des mesures précises et fiables [3].

L'objectif de cet article est d'appliquer une nouvelle méthode statistique afin d'atteindre des spécifications exigées sur ces mesures électriques, telles que :

- Détection s'il existe des erreurs sur les mesures électriques des paramètres des cellules PV.
- Localisation de l'origine de ces erreurs : s'il s'agit des phénomènes intrinsèques, ou externes, où elles proviennent du montage de mesure.
- Amélioration et correction de ces mesures, en éliminant les sources de ces problèmes.

2 METHODE STATISTIQUE UTILISEE

2.1 DESCRIPTION DE LA METHODE

La technique expérimentale proposée dans cet article est appelée « cartes de contrôle (X, R) » [4]. Elle permet de collecter des données informatives de façon consistante dans le temps, la visualisation et l'examen graphique de ces données. Cette méthode procède de réaliser une série de mesures électriques des caractéristiques $I(V)$ et $P(V)$ d'un module PV, suivant des répétitions de ces mesures dans deux dimensions. Les cartes de contrôle sont des méthodes graphiques utilisées pour maîtriser un procédé de mesure ou de fabrication. Elles permettent d'observer chronologiquement les variations du procédé. Elles servent aussi de juger statistiquement si un dérèglement ou une variation inhabituelle s'est produite et par conséquent, indiquer si le procédé est stable ou non (figure 1). De plus elles peuvent déterminer l'amplitude des fluctuations observées [5].

Pour établir le tracé des cartes de contrôle, on porte en ordonnée la mesure statistique que l'on veut maîtriser (X, R) et en abscisse, le numéro d'ordre chronologique (N) sur lequel a été calculée cette statistique. Sur ces cartes, on trace les deux lignes extrêmes (LSC) et (LIC) qui indiquent respectivement la limite supérieure et la limite inférieure de contrôle définies comme suit :

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (1)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (2)$$

$$LSC_R = D_4 \cdot \bar{R} \quad (3)$$

$$LIC_R = D_3 \cdot \bar{R} \quad (4)$$

Les termes $\bar{X}$ et $\bar{R}$ sont respectivement la moyenne globale de l'ensemble des données et l'étendue moyenne des deux expressions suivantes :

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (5)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{j} \quad (6)$$

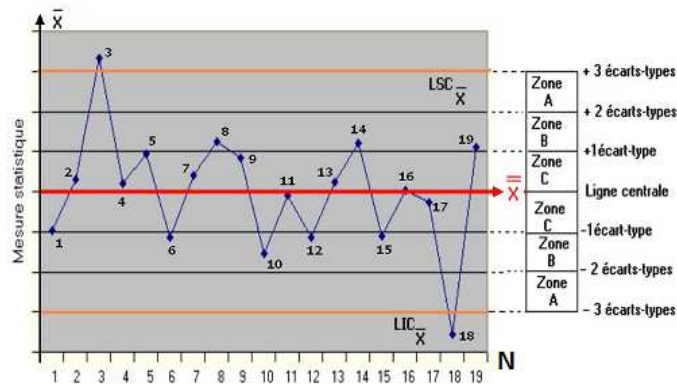


Fig. 1. Carte de contrôle X-R

Où « j » est le nombre de la valeur mesurée X_j . Les termes $X_{\max}$ et $X_{\min}$ sont respectivement les valeurs maximale et minimale de X. Les coefficients A_2 , D_3 , D_4 sont des constantes qui dépendent de l'indice « j », ils sont donnés sur le tableau suivant [4].

Tableau 1. Valeurs des coefficients A_2 , D_3 , D_4

j	5	6	7	8	9
A_2	0,577	0,483	0,419	0,373	0,337
D_3	0	0	0,0076	0,136	0,184
D_4	2,115	2,004	1,924	1,864	1,816

L'erreur dynamique maximale (E_{rd}) et l'erreur relative (E_{rr}) sur la valeur $\bar{X}$ sont définies par les expressions suivantes :

$$E_{rd} = \frac{\text{Max}(R)}{\bar{X}} \quad (7)$$

$$E_{rr} = \frac{R}{\bar{X}} \quad (8)$$

2.2 ANALYSE DES MESURES PAR LES CARTES DE CONTRÔLE

Les cartes de contrôle sont caractérisées par trois zones essentielles (A, B et C) comme indiqué sur les figures 1 et 2 :

- Zone C : la majorité des points sont situés entre ± 1 fois l'écart-type autour de la moyenne ($\approx 68\%$).
- Zone B : un certain pourcentage de points se situe au-delà de 1 fois de l'écart-type de la moyenne mais n'excédant pas 2 fois l'écart-type (environ 27%).
- Zone A : quelques points vont se situer près des limites de contrôle (moins de 5%).

La diagnostique de ces cartes de contrôle est basée sur la nature de la distribution des mesures $\bar{X}$ et R selon ces zones [6]. On appelle erreur ou anomalie dans une carte de contrôle toutes causes qui affectent brusquement ou progressivement une caractéristique de qualité ou encore toutes causes qui perturbent de façon anormale cette caractéristique. La carte de contrôle donne un signal d'alarme sur l'apparition d'une anomalie, d'où la nécessité de la correction ou de refaire les

mesures. Nous résumons dans les huit règles suivantes les diverses causes spéciales signalant une manque de contrôle sur les carte ($\bar{X}, R$) d'un processus de mesure, et leurs diagnostics [4, 6] :

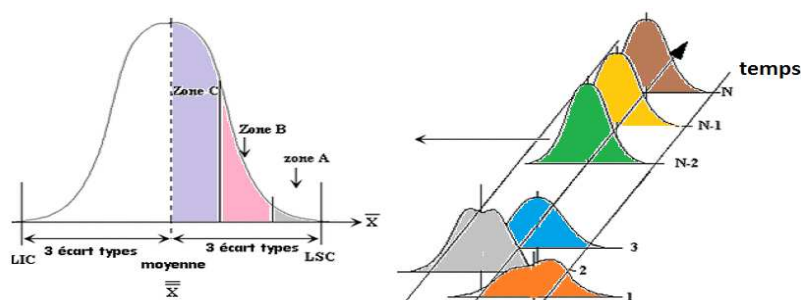


Fig. 2. Distribution des zones A, B et C de la carte de contrôle

- Règle 1- Un point au-delà de la zone A, c-à-d à l'extérieur des limites de contrôle.
 - Règle 2- Neuf points consécutifs se situent dans la zone C ou au-delà : les points étant positionnés du même côté de la ligne centrale.
 - Règle 3- Six points consécutifs affichent une augmentation (ou diminution) graduelle : chaque point présente une valeur supérieure (inférieure) au point antécédent.
 - Règle 4- Quatorze points consécutifs alternant en dents de scie (vers le haut, vers le bas).
 - Règle 5- Deux points sur trois points consécutifs dans la zone A (ou au-delà). Ces deux points doivent être du même coté de la ligne centrale, le troisième pouvant être n'importe où.
 - Règle 6- Quatre points sur cinq points dans la zone B (ou au-delà).
 - Règle 7- Quinze points consécutifs dans les zones C, au-dessus ou en-dessous de la ligne centrale.
 - Règle 8- Huit points consécutifs de part et d'autre de la ligne centrale, mais n'ayant aucun point dans les zones C.
- Les règles de 1 à 4 sont utilisés spécialement pour la carte ($\bar{R}$).

3 MODELISATION ELECTRIQUE DU MODULE PV

3.1 MODÈLE À UNE DIODE

Un module photovoltaïque est composé de plusieurs cellules PV. Ces dernières peuvent être modélisées par plusieurs modèles analytiques et électriques [7], parmi les modèles les plus utilisés on trouve le modèle électrique à une diode, schématisé par le schéma électrique suivant :

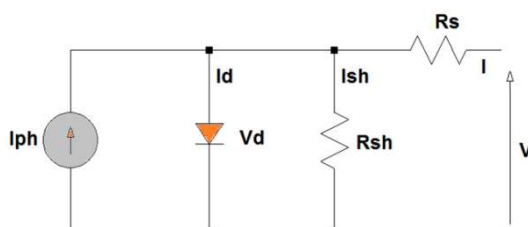


Fig. 3. Modèle électrique du CPV

Ce modèle est représenté par l'expression suivante [8]:

$$I = I_{ph} - I_{ss} \cdot \left[\exp\left(q \cdot \frac{(V + R_s \cdot I)}{\eta \cdot K \cdot T}\right) - 1 \right] - \frac{(V + R_s \cdot I)}{R_{sh}} \quad (9)$$

Avec

R_{sh} : Résistance shunt (Ω),

R_s : Résistance série (Ω),

I_{ph} : le courant photogénéré (A),

I_{ss} : le courant de fuite de la diode (A),

η : Facteur de qualité de la diode ou facteur d'idéalité,

q : La charge d'un électron ($1.67 \cdot 10^{-19} \text{C}$),

T : la température de la diode de la cellule (K°),

K : la constante de Boltzmann ($K = 1.381 \cdot 10^{-23}$).

3.2 PARAMÈTRES ÉLECTRIQUES DES CELLULES PV

Le comportement électrique d'une cellule photovoltaïque CPV peut être étudié à travers quatre principaux paramètres électriques intrinsèques (R_s , R_{sh} , I_{ss} et η) [9].

- La résistance série R_s , qui est due à la résistance du contact ohmique métal semi-conducteur. Elle modélise toutes les pertes résistives au sein de la jonction photopile et l'impédance des électrodes et du matériau. Cette résistance doit être la plus faible possible pour limiter son influence sur le courant de la cellule.

- La résistance shunt R_{sh} , qui correspond à la présence d'un courant de fuite dans la diode. Elle représente les résistances de fuite entre les régions n et p de la jonction. Cette résistance devra être la plus élevée possible pour ne pas influencer la chute du courant I_{ph} .

- Le facteur d'idéalité η représente la conformité de la jonction à une pure thermoïonique. Il donne des informations sur le mécanisme de transport des charges à l'intérieur de la jonction. Il nous informe sur le taux de présence des défauts cristallins dans les structures, ainsi que sur la qualité et le rendement de la cellule.

Ces paramètres intrinsèques sont reliés avec d'autres paramètres externes de la cellule tels que:

- Le courant de court circuit I_{cc} , qui représente la valeur du courant lorsque la tension aux bornes de cellule est nulle ($V=0$). Il est approximé par :

$$I_{cc} = I_{ph} \cdot \frac{R_{sh}}{(R_s + R_{sh})} \quad (10)$$

- La tension en circuit ouvert V_{co} : C'est la tension mesurée aux bornes de la cellule lorsque le courant débité par la cellule est nul, elle est donnée par la relation :

$$V_{co} = \frac{(\eta \cdot K \cdot T)}{q} \cdot \log\left(1 + \frac{I_{ph}}{I_{ss}}\right) \quad (11)$$

- Le point du fonctionnement P_m (V_m , I_m) : c'est la puissance maximale d'une cellule photovoltaïque. Elle est donnée par la relation :

$$P_m = V_m \cdot I_m \quad (12)$$

- Le facteur de forme FF « en anglais : *Fill Factor* » : C'est le rapport entre la puissance maximale et le produit ($I_{cc} \cdot V_{co}$); il est donné par la relation suivante [10] :

$$FF = \frac{P_m}{(I_{cc} \cdot V_{co})} \quad (13)$$

- Le rendement énergétique k_p : c'est le rapport entre la puissance maximale produite par la cellule et la puissance du rayonnement solaire qui arrive sur la cellule :

$$k_p = \frac{P_m}{S \cdot E} = \frac{FF \cdot I_{cc} \cdot V_{co}}{S \cdot E} \quad (14)$$

Avec (S) est la surface de la cellule en (m^2) et (E) c'est l'éclairement en (W/m^2) .

L'étude du comportement et des performances d'une telle cellule photovoltaïque passe par la mesure précise de ces paramètres et par la bonne analyse de ses valeurs.

4 EXPÉRIENCES ET MESURES

4.1 MONTAGE ÉLECTRONIQUE DE MESURE

Le montage de mesure est constitué d'une carte électronique à base d'un microcontrôleur (μC) de type Arduino, un ordinateur PC et une carte électronique d'interface reliée au module PV. L'ordinateur est muni du logiciel LabView pour l'acquisition du courant I et la tension V du module à travers les entrées analogiques A0 et A1 de l'Arduino. Des relais électromécaniques sont commandés par le μC , et permettent de modifier la valeur de la résistance charge du module à travers des décodeurs numériques binaires/décimal. Un capteur de température de type AD590 est relié au μC sur l'entrée analogique A3 de l'Arduino à travers une électronique d'adaptation constituée par des amplificateurs opérationnels de précision. Le montage est automatisé en permettant l'utilisateur de visualiser et traiter les données simultanément avec la possibilité de changer plusieurs paramètres dans le programme, à savoir le nombre de répétition des mesures, les périodes et le pas des prélèvements...etc.

La mesure de la tension V de CPV est effectuée par à un pont diviseur de tension réalisé par des résistances, et des amplificateurs opérationnels qui assurent l'adaptation d'impédance. En général, la tension maximale à la sortie de ce module PV est de l'ordre de 20 volts, on utilise donc, un rapport de $\frac{1}{4}$ pour le diviseur de tension afin d'obtenir au maximum 5 volts sur l'entrée analogique du μC . L'acquisition du courant, utilise un capteur à effet hall de type LTS 25-NP qui délivre une tension proportionnel au courant. Ce capteur support un courant efficace qui peut aller jusqu'à 8 Ampères et permet de délivrer une tension maximale de 2,5 volts sur l'entrée analogique du μC . Pour augmenter la précision sur la mesure du courant, un amplificateur de gain égal à 2 est ajusté et utilisé à la sortie de ce capteur. Les mesures électriques sont prises en utilisant un suiveur solaire automatique, que nous avons développé, afin d'assurer une intensité d'éclairage relativement constante pendant ces mesures [11].

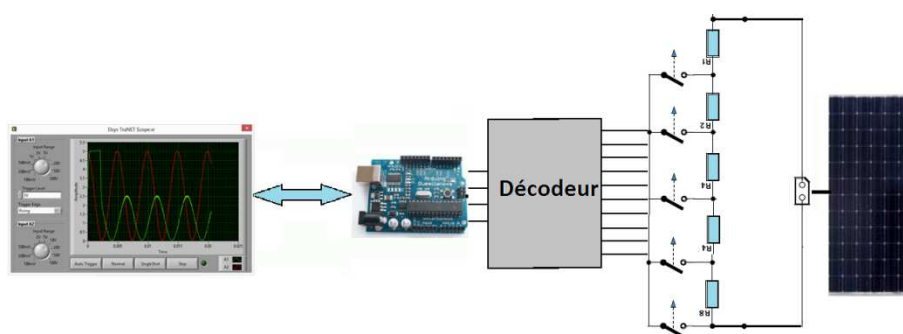


Fig. 4. Schéma synoptique du montage de mesure

4.2 METHODE D'EXTRACTION DES PARAMETRES ELECTRIQUES DE CPV

Plusieurs méthodes graphiques, analytiques et numériques ont été utilisées pour extraire et optimiser ces paramètres. Chacune de ces méthodes, présentent des inconvénients et des avantages, soit au niveau de la complexité de l'utilisation et la précision, soit au niveau de la convergence et la rapidité [12]. La méthode utilisée dans ce travail, concerne la détermination des paramètres électriques intrinsèques (R_s , R_{sh} , I_{ss} et η) du module PV en transformant le courant I et la tension V mesurés à un modèle polynomial. Les paramètres électriques recherchés sont déterminés en fonction des coefficients (a_n) de ce modèle polynomial $\tilde{I}(V)$ [13] :

$$\tilde{I}(V) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i V^i = a_0 + a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + a_3 \cdot V^3 + \dots + a_n \cdot V^n + \dots \text{Err}^{n+1}(V). \quad (15)$$

Ce courant doit vérifier le modèle analytique de l'équation (9) :

$$\tilde{I}(V) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i V^i = I_0 \left(e^{\frac{V}{\eta V_T} \frac{\tilde{I} \cdot R_s}{1}} - 1 \right) + \frac{V}{R_{sh}} \frac{\tilde{I} \cdot R_s}{1} \quad (16)$$

Les coefficients (a_n) de ce modèle sont déterminés par les dérivées successives à l'origine :

$$\tilde{I}(0) = a_0, \quad \frac{d\tilde{I}}{dV}(0) = a_1, \quad \frac{d^n \tilde{I}}{d^n V}(0) = a_n \quad (16)$$

L'erreur et ses dérivées à l'ordre n de cet estimateur, sont nulles à l'origine :

$$\text{Err}^{n+1}(0) = 0; \quad \frac{d^n \text{Err}^{n+1}}{d^n V}(0) = 0 \quad (17)$$

D'après l'utilisation de ces équations, les paramètres électriques (R_s , R_{sh} , I_{ss} et η) sont reliés avec les coefficients (a_n) par les équations suivantes :

$$a_0 = \frac{I_{ss} \cdot R_{sh}}{R_{sh} + R_s} \cdot \left[\exp\left(a_0 \cdot R_s \cdot \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T}\right) - 1 \right] \quad (18)$$

$$a_1 = \frac{R_{sh}}{R_{sh} + R_s} \cdot \left[\frac{1}{R_{sh}} + k \cdot I_{ss} \cdot (1 + a_1 \cdot R_s) \cdot \exp\left(a_0 \cdot R_s \cdot \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T}\right) \right] \quad (19)$$

$$a_2 = \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T} \cdot \frac{R_{sh} \cdot I_{ss}}{R_{sh} + R_s} \cdot [2a_2 \cdot R_s + (1 + a_1 \cdot R_s)^2] \cdot \exp\left(a_0 \cdot R_s \cdot \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T}\right) \quad (20)$$

$$a_3 = \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T} \cdot \frac{R_{sh} \cdot I_{ss}}{R_{sh} + R_s} \cdot [1 + R_s \cdot (3a_1 + 6a_2 + 6a_3) + R_s^2 \cdot (3a_1^2 + 6a_1 \cdot a_2) + R_s^3 \cdot a_1^3] \cdot \exp\left(a_0 \cdot R_s \cdot \frac{q}{\eta \cdot K \cdot T}\right) \quad (21)$$

La résolution de ce système non linéaire se fait numériquement par plusieurs méthodes (avec la fonction *fsovle* de Matlab par exemple).

$$\begin{aligned} B_0 &= 1 - \frac{a_3}{a_2} \\ \text{Si on pose} \quad B_1 &= 3a_1 + 6a_2 + 6a_3 - \frac{4a_1 a_3}{a_2} \\ B_2 &= 3a_1^2 + 6a_1 a_2 - \frac{a_1^2 \cdot a_3}{a_2} \\ B_3 &= a_1^3 \end{aligned} \quad (22)$$

$$B_0 + B_1 \cdot R_s + B_2 \cdot R_s^2 + B_3 \cdot R_s^3 = 0 \quad (23)$$

La résolution numérique de cette équation permet de déterminer la résistance R_s :

$$R_s = f(B_0, B_1, B_2, B_3) \quad (24)$$

$$R_{sh} = R_s + \frac{[1 + 2R_s(a_1 + a_2) + a_1^2 R_s^2] \cdot a_1}{(a_1 - a_2) + R_s \cdot a_1 \cdot (2a_1 + a_2) + a_1^3 \cdot R_s^2} \quad (25)$$

$$I_{ss} = \frac{a_0 \cdot (R_{sh} - R_s)}{R_{sh} \cdot \left[\exp\left(\frac{q}{\eta \cdot K \cdot T} \cdot R_s \cdot a_0\right) - 1 \right]} \quad (26)$$

$$\eta = \frac{q \cdot R_{sh} \cdot I_{ss}}{a_0 \cdot K \cdot T \cdot (R_{sh} + R_s)} \cdot \frac{a_0}{a_2 \cdot [2a_2 \cdot R_s + (1 + a_1 \cdot R_s)^2]} \quad (27)$$

4.3 EXPÉRIENCES

Des mesures I(V) et P(V) sont effectuées sur le module solaire photovoltaïque "H750" qui comporte 39 cellules monocristallines. L'obtention des valeurs de ces caractéristiques par un seul prélèvement, ne suffit pas pour nous informer sur la qualité de ces mesures. En effet, nous avons procédé à une série de mesures selon deux dimensions « j » et « N ».

Dans un premier temps, nous avons réalisé un sous-ensemble de six mesures (j=6) du courant I et de la tension V. Cette opération est répétée (N=20) fois en fixant un pas de ($T_j = 4$ sec) pour chaque mesure, et en fixant un intervalle de temps entre chaque sous-ensemble de mesure ($T_r = 6$ sec). Le montage de mesure reste opérationnel sans arrêt durant l'ensemble des prélèvements des caractéristiques, afin d'éviter tout dérèglement et d'assurer que les mesures seront effectuées dans les mêmes conditions.

5 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Pendant les mesures classiques du courant I et de la tension V d'un panneau PV, il est souvent difficile de vérifier l'existence des erreurs sur ces grandeurs et aussi de savoir leurs origines et leurs natures. La première vérification faite est l'analyse de l'erreur dynamique maximale (E_{rd}) pour chaque paramètre électrique intrinsèque (R_s , R_{sh} , I_{ss} et η).

Tableau 2. L'erreur (E_{rd}) des paramètres électriques du module PV

Paramètres	I_{ss}	η	R_s	R_{sh}
Moyenne	1,91 (μA)	1,35	0,268 (Ω)	116 (Ω)
Erreur « E_{rd} »	0,15	0,14	0,18	0,15

Ce tableau montre clairement, que les mesures des quatre paramètres électriques présentent des fluctuations considérables. Les erreurs dynamiques sont comprises entre 14% pour le facteur d'idéalité et 18% pour la résistance série R_s . Ces valeurs indiquent la présence des anomalies au cours de tous les prélèvements de I et V. Pour bien comprendre ses origines, nous avons vérifié le comportement de chaque paramètre en fonction de (N). Les cartes de contrôle (X, R) relatives aux paramètres électriques (I_{ss} , R_s , η et R_{sh}) sont tracées et présentées dans les figures suivantes.

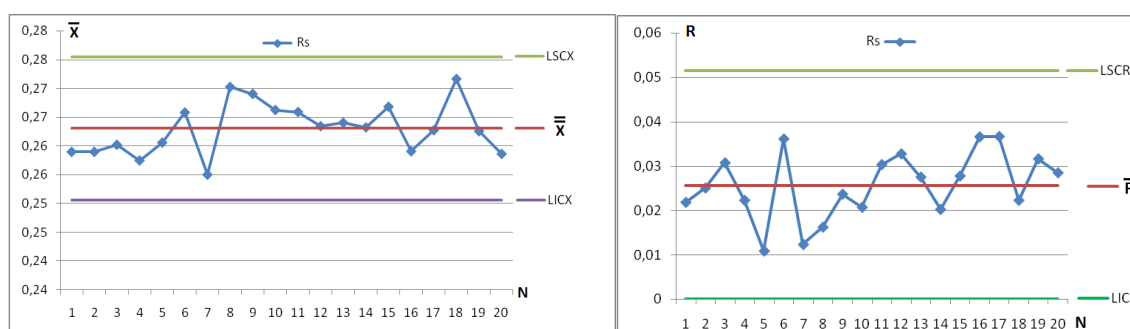


Fig. 5. Carte de contrôle de la résistance R_s (Ω)

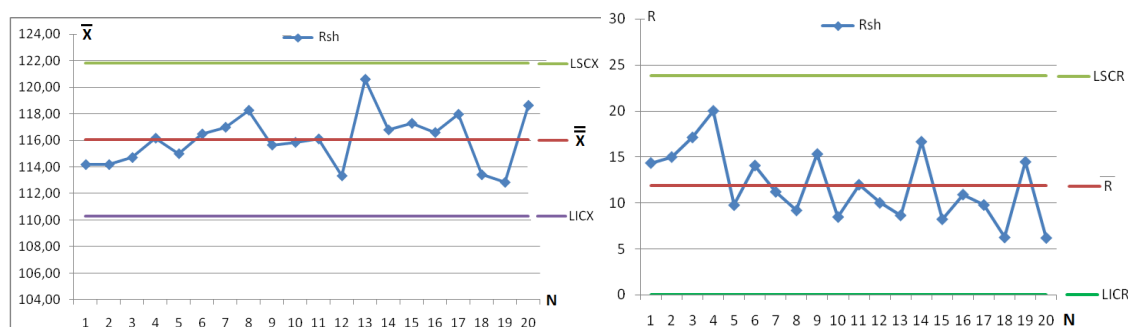


Fig. 6. Carte de contrôle de la résistance $R_{sh}(\Omega)$

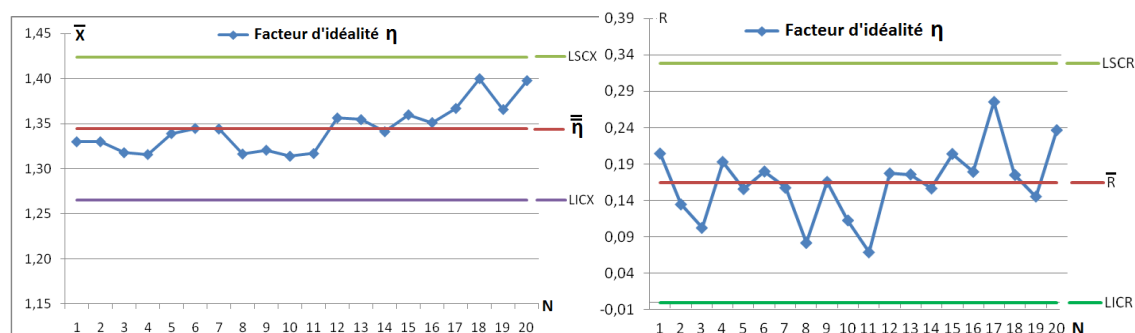


Fig. 7. Carte de contrôle du facteur d'idéalité η

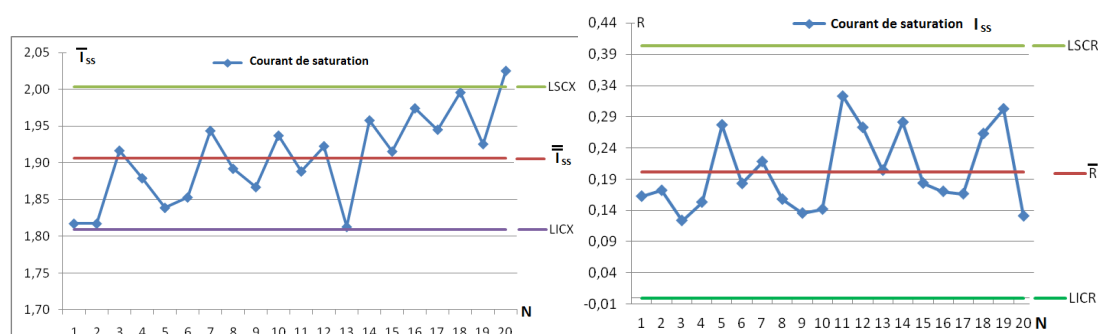


Fig. 8. Carte de contrôle du courant de saturation $I_{ss}(\mu A)$

En se basant sur l'analyse des huit règles citées dans le paragraphe (2.2), les anomalies manifestées dans les différentes cartes de contrôle peuvent être résumées en trois catégories essentielles :

- 1- Des erreurs d'origines aléatoires ; lorsqu'une mesure dépasse les limites (LSC et LIS) ou elle possède une valeur qui dépasse la moyenne de 3/2 fois l'écart-type de la moyenne de la carte de contrôle. Ce type d'erreur est détecté dans notre cas pour les mesures $N=13$ et $N=20$ dans la carte (X) du courant de saturation I_{ss} .
- 2- Des erreurs systématiques qui sont dues en général au changement dans le montage de mesure ou aux conditions de l'expérience. Cette situation est observée, selon les règles (3, 5 et 6) déjà citées dans le paragraphe (2.2), et aussi lorsque 2 mesures consécutives s'écartant de plus d'un écart-type de la moyenne du même coté. Ces erreurs peuvent être observées également lorsque 4 mesures consécutives s'écartant de plus du moitié de l'écart-type de la moyenne du même coté de la carte de contrôle. Dans notre cas, elles sont observées dans la carte de l'étendue R de la résistance R_{sh} qui présente une diminution continue de l'ensemble des mesures. Elles sont signalées aussi par une augmentation continue dans la carte de contrôle (X) des paramètres électriques I_{ss} et η .
- 3- Des erreurs qui indiquent une instabilité dans les mesures des grandeurs électriques qui sont observées dans le cas des règles (2, 4 et 7). Elles sont souvent remarquées lorsque 2 mesures consécutives s'écartant l'une de l'autre de plus de deux

fois de l'écart-type de la moyenne. Ces erreurs sont présentes en particulier entre les prélèvements $N=8$ et $N=14$ pour la carte (X), et entre ceux de $N=7$ et $N=12$ pour la carte (R) dans les cartes de contrôle de la résistance R_s .

Après l'analyse de ces cartes et vérification du montage de mesure et les conditions des expériences, les anomalies observées par la première catégorie sont dues à des accidents aléatoires pendant la commutation de quelques relais électriques. Ces derniers sont responsables de changer la résistance de la charge des CPV pour changer sa tension V . Aussi elles peuvent être dues à des erreurs électriques liées à l'alimentation non stabilisée, et aux amplificateurs opérationnels de la carte électronique interface. Les erreurs systématiques sont dues au dérèglement du montage de mesure et au changement de l'étalonnage des circuits électroniques, en particulier la variation des tensions offset des Ampli-Op qui attaquent directement les entrées analogiques du μC . Les erreurs de la troisième catégorie sont liées à l'augmentation de la température du panneau PV lui-même et aussi celle de l'électronique responsable à l'acquisition des mesures de I et V . En effet, après consultation des températures mesurées, nous avons remarqué effectivement que la température du panneau PV est augmentée à cause du branchement des faibles résistances de charge pendant des durées suffisamment grandes.

La méthode numérique utilisée pour l'extraction des paramètres électriques intrinsèques I_{ss} , R_s , η et R_{sh} , peut elle aussi causer des erreurs sur la mesure de ces paramètres. Afin de vérifier s'il y a une relation avec cette méthode et les erreurs déjà observées sur les cartes de contrôle, d'autres paramètres électriques extrinsèques du panneau PV sont mesurés. Il s'agit des paramètres V_{co} , I_{cc} , FF et k_p . Le tableau suivant regroupe les erreurs dynamiques de ces paramètres extrinsèques.

Tableau 3. Erreurs dynamiques relatives aux paramètres électriques extrinsèques de CPV

Erreur	V_{co}	I_{cc}	FF	k_p
Erd (%)	10,06	15,23	12,72	16,93

Ce tableau montre que l'ordre de ces erreurs est comparable avec celui des paramètres intrinsèques présentés dans le tableau 2. Les paramètres électriques V_{co} , I_{cc} , FF et k_p sont mesurés directement sans utiliser la méthode numérique, ce qui montre que cette dernière n'a aucun lien avec les erreurs des mesures électriques observées sur les cartes de contrôle de I_{ss} , R_s , η et R_{sh} .

Par la suite, le montage de mesure est rééquilibré et les problèmes techniques sont corrigés selon 3 étapes :

- 1- Remplacement de l'alimentation électrique du montage de mesure par une autre bien stabilisée avec l'utilisation d'une alimentation externe pour le μC au lieu celle du port USB.
- 2- Modification du système électronique de commutation qui utilise les relais pour changer la résistance de charge des CPV. On utilise des relais supportant des courants électriques élevés et aussi résistances de précision, avec le changement du mode de la commutation parallèle des résistances charges au lieu de celui en série.
- 3- Changement du pas (T_j) de chaque mesure ($T_j = 1$ seconde), et l'intervalle de temps entre chaque sous-ensemble de mesure ($T_r = 5$ min), pour diminuer l'effet de Joule dans le panneau PV causé par le fait qu'il reste court-circuité pendant un temps relativement important ce qui augmente sa température.

Toutes les mesures ont été refaites en tenant compte ces modifications au montage de mesure. Les figures suivantes présentent une comparaison de l'erreur relative (E_{rr}) des mesures des 4 paramètres intrinsèques. Nous remarquons clairement que les erreurs relatives (E_{rd}) sur les mesures des paramètres (I_{ss} , R_s , η et R_{sh}), ont été améliorées. En effet, la moyenne de l'erreur relative est diminuée d'environ de 8 fois pour R_s et celle de R_{sh} par 10 fois pour.

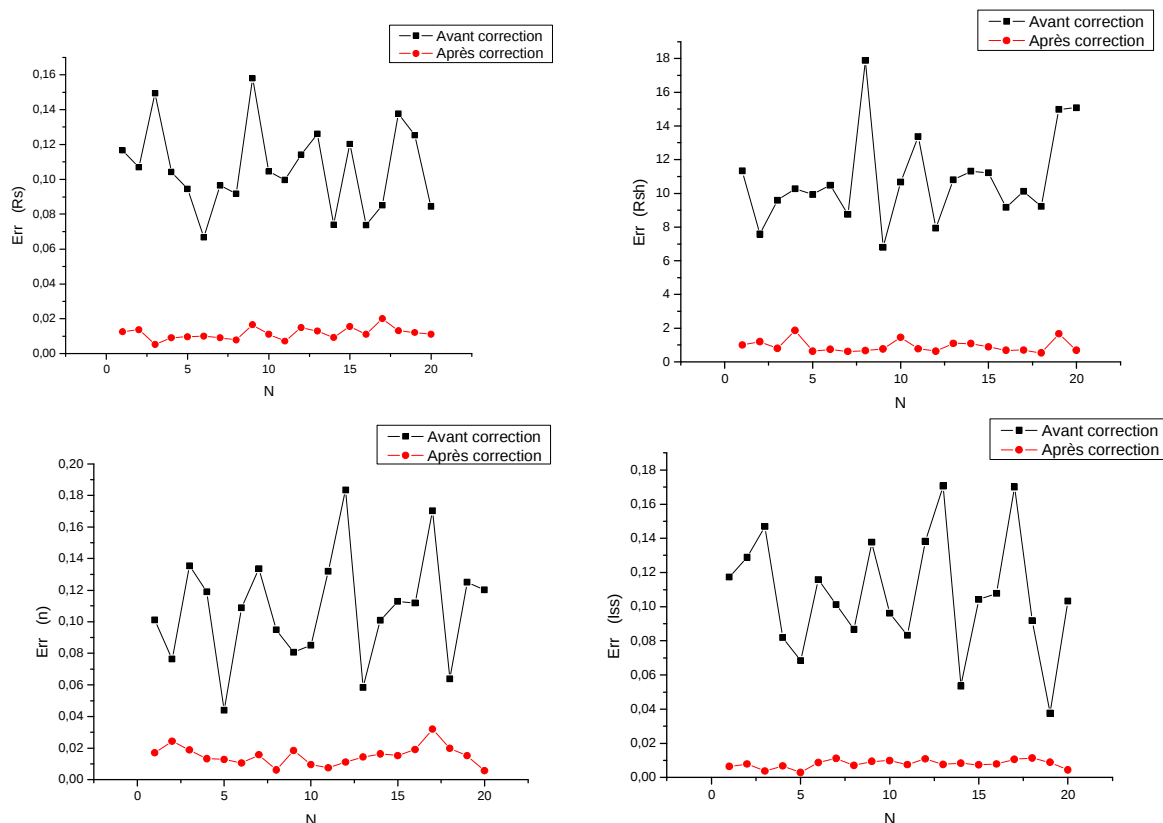


Fig. 9. Erreurs relatives de I_{ss} , R_s , η et R_{sh} avant et après correction

Pour I_{ss} et η , les erreurs relatives sont améliorées respectivement par 12 fois et d'environ 7 fois. Le tableau 4 et la figure 10 présentent une comparaison des valeurs des quatre paramètres électriques mesurés (I_{ss} , R_s , η et R_{sh}), ainsi que les caractéristiques du module photovoltaïque avant et après correction par la carte de contrôle (X, R).

Tableau 4. Valeurs des paramètres électriques I_{ss} , R_s , η et R_{sh}

Paramètres	I_{ss} (μA)	η	R_s (Ω)	R_{sh} (Ω)
Avant correction	1,91	1,35	0,268	116
Après correction	1,81	1,12	0,47	160

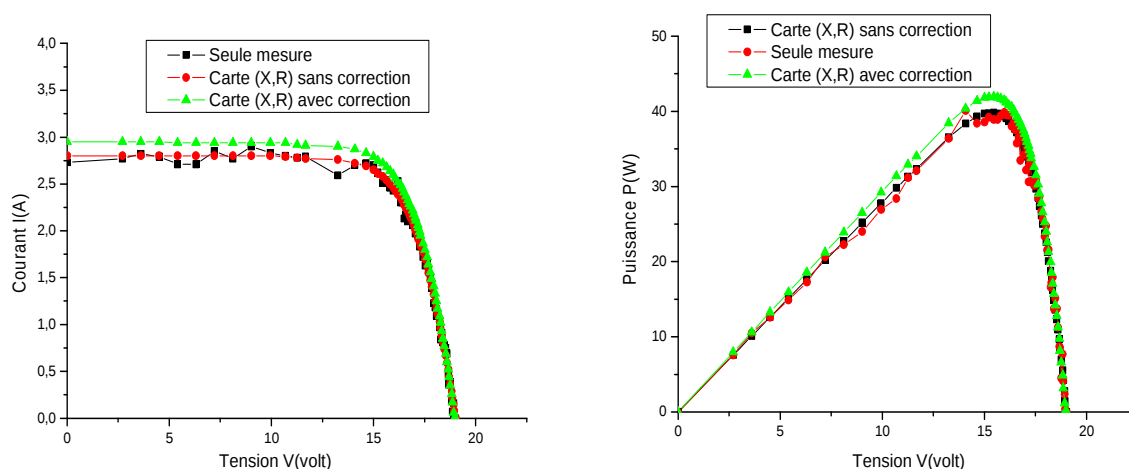


Fig. 10. Caractéristiques $P(V)$ et $I(V)$ du module PV

6 CONCLUSION

Dans ce travail, la méthode statistique des cartes de contrôle (X, R) a été appliquée sur les mesures des caractéristiques $I(V)$ et $P(V)$ d'un panneau PV monocristallin afin d'extraire les valeurs correctes des paramètres I_{ss} , R_s , η et R_{sh} . Les mesures sont effectuées par un montage développé à base d'un microcontrôleur Arduino, et une carte électronique interface reliée au PC. Nous avons observé par l'application de cette méthode que les mesures électriques ont subi des erreurs à cause de plusieurs facteurs. Ces erreurs sont parfois systématiques; elles sont dues à des changements aléatoires ou accidentels des conditions de l'expérience. Dans d'autres cas, elles sont dues à des modifications intrinsèques du panneau PV en question, à cause du changement de la température ou du point de fonctionnement du système. A l'aide de ces cartes de contrôle, nous avons réussi à détecter la présence des différentes erreurs sur ces mesures électriques, qui sont généralement difficile à remarquer par des mesures traditionnelles qui utilisent une moyenne statistique de dimension 1. Après correction de ces différentes erreurs de mesure, des améliorations sont observées sur la précision des valeurs des paramètres électriques intrinsèques et extrinsèques du panneau photovoltaïque.

RÉFÉRENCES

- [1] Rhoderick, E. H., Williams, R. H., Metal-semiconductor contacts, Oxford, Clarendon, 1988.
- [2] Shreoder, D. K, Semiconductor material and device characterization, New York, Wiley, 1990.
- [3] N. Hadik, A. Malaoui, et al. « A new technique of improvement a dielectric measurements use the statistical method of control: Application on Ba1-x Srx TiO3 ». Physical and Chemical News journal, pp 26-31, Vol 56, 2010.
- [4] ASTM Manual of Quality Control of Materials, American Society of Testing Materials, Philadelphia, Pa, 1976.
- [5] Lloyd S. Nelson, « The Shewhart Control Chart – Tests for Special Causes », Journal of Quality Technology, Vol. 4, 1984.
- [6] A. Malaoui, "Automatisation en température par microcontrôleur d'un banc de mesure ultrasonore: Applications au contrôle qualité en agroalimentaire.", thèse de doctorat de l'Université de Provence, 2005.
- [7] J., R. Ding and Radhakrishnan, "A new method to determine the optimum load of a real solar cell using the Lambert W-function ", Solar Energy Materials and Solar Cells 92 (12), pp. 1566-1569, 2008.
- [8] V. Kerschaver, R. Einhaus, J. Szlufcik, J. Nijs, R. Mertens, "Simple and Fast Extraction Technique for the Parameters in the Double Exponential Model for the I-V Characteristics of Solar Cells", 14th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, pp. 2438-2445, 1997.
- [9] A. Jain, A. Kapoor, "Exact analytical solutions of the parameters of real solar cells using Lambert W-function", Solar Energy Materials and Solar Cells 81 (2), pp. 269-277, 2004.
- [10] A. Ortiz-Conde, F.J. G. Sánchez, J. Muci, "New method to extract the model parameters of solar cells from the explicit analytic solutions of their illuminated I-V characteristics", Solar Energy Materials and Solar Cells 90, pp. 352-361, 2006.
- [11] Abdessamad Malaoui, "Implementation and tests of an automatic system to improve electrical energy in photovoltaic installations," International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 8, no. 1, pp. 328–340, 2014.
- [12] O. Aomari, A. Malaoui, et al. "Implementation of a new analytical technique to determine the electrical parameters of junction models". Global Journal of Physical Chemistry, pp 68-72, 2011.
- [13] Abdessamad Malaoui, Abdelmajid Elmansouri. « Deux nouvelles méthodes complémentaires pour l'extraction optimale des paramètres électriques des jonctions ». Revue des Energies Renouvelables CDER, Vol. 13, N°2, 2010.

Evaluation de la résistance de quelques lignées et écotypes de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) WALP.) au Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus au Burkina Faso

[Evaluation of Cowpea Resistance to Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus in Burkina Faso]

Antoine BARRO¹, Mahamadou SAWADO¹, Zakaria KIEBRE¹, and Bouma James NEYA²

¹Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso

²CREAF Kamboinsé Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2016 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: Cowpea, *Vigna unguiculata* [L] Walp, is one of the most important grain legume grown in all arid and semi-arid regions of Africa. It contributes to reduce malnutrition and poverty and to achieve food security as well. However, cowpea production is hampered by many biotic and abiotic stresses which include viral diseases. Cowpea mosaic caused by CABMV is the main viral disease of cowpea in Africa. This study aims to determine the CABMV transmission rates through seeds describe the reaction of different cowpea genotypes to the virus and identify sources of resistance to serotype D of CABMV. A variation of seed born transmission of CABMV from 3% to 100% was observed for the varieties B301 and Kvu150. Inoculation of cowpea seedling with CABMV results in pods drop leading to yield loss. A negative correlation ($r = -0.33$) was observed between date of onset of symptoms and hundred grains weight. The severity of symptoms varied from one cultivar to another. Thus, the best genotypes were those who had better production namely Kvx780-4 SH (28.08 g), Kvx780-3 (21.52 g), Kvx780-9 (20.31 g) and Gourgou (20, 02 g).

KEYWORDS: Cowpea, CABMV, Severity, Transmission of CABMV.

RÉSUMÉ: Le niébé, *Vigna unguiculata* [L] Walp., est l'une des plus importantes légumineuses à graines cultivée dans toutes les zones arides et semi-arides d'Afrique. Sa production constitue un moyen de lutte contre la malnutrition et la pauvreté et contribue à l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire. Cependant elle est confrontée à de nombreuses contraintes abiotiques et biotiques parmi lesquelles figurent les maladies virales. La mosaïque du niébé causée par le CABMV est la principale maladie virale du niébé en Afrique. La présente étude vise à déterminer le taux de transmission du CABMV par les graines, décrire les réactions des différents génotypes et identifier des sources de résistance au sérotype D du CABMV. L'étude de la transmission du CABMV par les graines a montré une variation de 3 % pour la variété B301 à 100 % pour la variété Kvu150. L'inoculation du CABMV se traduit par une chute des gousses d'où une perte de rendement. Une corrélation négative ($r = -0,33$) a été notée entre la date d'apparition des symptômes et le poids de cent grains. La sévérité des symptômes a varié d'un cultivar à un autre. Ainsi, les meilleurs génotypes ont été ceux qui avaient une meilleure production à savoir Kvx780-4 SH (28,08 g), Kvx780-3 (21,52 g), Kvx780-9 (20,31 g) et Gourgou (20,02 g).

MOTS-CLEFS: Niébé, CABMV, Sévérité, Transmission du CABMV.

1 INTRODUCTION

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) WALP, est l'une des principales légumineuses à graines dans le monde [1]. Il est particulièrement bien connu et utilisé en Afrique tropicale où il est cultivé dans presque toutes les zones arides et semi-arides. Le niébé joue un grand rôle dans l'alimentation des populations rurales et des animaux en zones de savane et au Sahel [2]. Très riche en protéines et en hydrates de carbone soit respectivement 24 et 57 %, [3] le niébé contribue à la réduction des carences protéiques dans les rations surtout en milieu rural. Il contribue également à l'amélioration des sols grâce à l'association symbiotique entre ses racines et les bactéries du genre *Rhizobium*, fixatrices d'azote atmosphérique [4]. En outre, il constitue pour les populations pauvres d'Afrique, une source de revenu monétaire et surtout un véritable secours alimentaire pendant les périodes de "soudure".

Au Burkina Faso, le niébé est très cultivé et constitue une importante denrée de base beaucoup prisée par les populations locales. Ses graines représentent une précieuse source de protéines végétales, de vitamines et de revenus pour les producteurs.

Malgré les efforts consentis, la production du niébé demeure toujours faible. Sa culture est confrontée à des contraintes biotiques et abiotiques réduisant considérablement les rendements. Les contraintes abiotiques sont essentiellement d'ordre climatique tandis que les contraintes biotiques sont dues aux insectes nuisibles comme les pucerons, les thrips, les punaises et les bruches au stockage, aux maladies fongiques, bactériennes et surtout virales. Les maladies virales constituent un grand obstacle à la production du niébé. Il existe plusieurs virus du niébé dont le *Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus* (CABMV), le *Blackeye Cowpea Mosaic Virus* (BICM), le *Cowpea Yellow Mottle Virus* (CYMV) [5], [6]. De toutes ces maladies, le CABMV est le plus dommageable et le plus répandu, particulièrement en Afrique [7]. En effet, des pertes de rendement de 100 % ont été attribuées à ce virus au Nigeria [8]. Il se transmet de façon artificielle, mécanique et par les pucerons. . Quatre sérotypes du CABMV nommés C, D, E et F ont été identifiés dans les trois zones climatiques du Burkina Faso dont le plus important est le sérotype D [9]. La présente étude est une contribution à l'amélioration des rendements du niébé à travers le développement de variétés résistantes au *Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus* au Burkina Faso. Il s'agit spécifiquement de (i) déterminer le taux de transmission du CABMV par les graines, (ii) décrire la réaction des variétés de niébé à l'inoculation mécanique du CABMV et (iii) identifier des sources de résistance au sérotype D de CABMV.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué de 90 échantillons dont 52 lignées et 38 écotypes de niébé cultivés et sauvages issus du germplasm de niébé de l'INERA -Kamboinsé. Ces échantillons comportant des formes sauvages et cultivées, renferment des caractères agronomiques, phénologiques et physiologiques (sensibilité ou non à la photopériode) très différents. Ils proviennent principalement de dix (10) pays d'Afrique à savoir le Burkina Faso (67), le Botswana (1), le Cameroun (1), l'Ethiopie (1), le Ghana (2), la Guinée Bissau (1), le Mali (2), le Niger (3), le Nigeria (10) et le Sénégal (2).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET OPÉRATIONS CULTURALES

L'essai a été réalisé dans la serre du CREAM de Kamboinsé. Le dispositif expérimental a été un plan en blocs incomplets partiellement équilibrés (alpha design) avec trois répétitions. Chaque répétition a été subdivisée en dix sous blocs comportant chacun 9 variétés. Chaque variété a été représentée par un pot correspondant à une parcelle élémentaire. Chaque pot a reçu une fumure de fond de 45 kg de P_2O_5 ha⁻¹ contenu dans l'engrais NPK de formule 14-23-14-6S-1B. Dans chaque pot, deux graines ont été initialement semées le 3 août 2012 mais un démariage à un plant par pot a été réalisé après la levée. Une semaine après semis toutes les parcelles ont été inoculées avec les extraits de feuilles infectées par le CABMV broyées dans un rapport de poids/volume (p/v) =1/10. Pour éviter les attaques des insectes, un traitement constitué d'un mélange d'insecticides (décis+sythoate) a été appliqué aux parcelles chaque deux semaines à partir du 14^{ème} jour après semis.

TECHNIQUE DE CRIBLAGE PAR INOCULATION MÉCANIQUE

L'inoculum provenant de jeunes plants infectés d'une variété de niébé sensible au CABMV à savoir, Gorom local a été homogénéisé dans un tampon phosphate de sodium 0,01 M, PH 7,4 selon un rapport de broyage p/v de 1/10. Le broyat a été filtré sur une compresse puis placé dans de la glace fondante. Avant l'inoculation, les feuilles de jeunes plants de niébé

âgés d'une semaine ont d'abord été saupoudrées avec du carborundum 600 mesh. A l'aide de pilon trempé dans l'extrait, leurs surfaces supérieures ont été ensuite frottées délicatement. Les plants inoculés ont été enfin placés en serre, à l'abri des insectes notamment les aphides.

RÉCOLTE ET DÉTERMINATION DU TAUX DE TRANSMISSION DU CABMV PAR LES GRAINES

A maturité, les gousses de chaque parcelle élémentaire ont été récoltées séparément, étiquetées, séchées au soleil et décortiquées. Cinquante (50) graines ont été ensuite prélevées sur chacun des 90 génotypes de niébé et semées dans des caisses placées en serre à l'abri des aphides. Le taux de transmission du CABMV par les graines de chaque génotype a été calculé en faisant le rapport nombre total de plantules malades (plantules présentant les symptômes visibles) sur nombre totale de plantules.

COLLECTE DE DONNÉES EN SERRE

Les observations ont été faites sur toutes les parcelles élémentaires et ont porté sur la date 50% floraison, le poids de 100 graines, des critères de résistance au CABMV qui ont concerné la date d'apparition des symptômes et la sévérité des symptômes évaluée suivant une échelle de notation à 6 classes (Tableau 1).

Tableau 1. Classes de sévérité et leurs significations

Classes de sévérité	Significations des classes de sévérité
0	Aucuns symptômes.
1	Mosaïque visible seulement en contre jour, vert claire, vert foncée, vert bleutée, pas de déformation foliaire, pas de diminution de taille de la plante.
2	Mosaïque visible seulement en contre jour, feuille enroulée vers le bas, possible diminution de taille de la plante.
3	Mosaïque verte, généralement sous forme de grosses taches, possible déformation foliaire, possible diminution de taille de la plante.
4	Mosaïque jaune, pas de déformation foliaire, possible diminution de taille de la plante.
5	Mosaïque jaune, enroulement des feuilles, diminution de taille de la plante.

L'ADCPM qui est l'aire en dessous de la courbe de progression de la maladie proposée par [10] a été aussi estimée selon l'équation $ADCPM = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} + X_i) / 2] [t_{i+1} - t_i]$ où n= nombre total d'observations; X_i = la première observation de la maladie en jour; X_{i+1} = la deuxième observation de la maladie en jour; t_i = le temps en jours de la première observation de la maladie et t_{i+1} = le temps en jours de la deuxième observation de la maladie. Elle a été calculée sur la base des deux dates d'observation c'est à dire le 17^e et le 27^e jour après semis. C'est une étude de la vitesse de développement d'une maladie sur une culture donnée. Ce paramètre nous a permis d'identifier les meilleures lignées et écotypes en termes de capacité à freiner la progression de la maladie.

3 RESULTATS

DATE D'APPARITION DES SYMPTÔMES ET SÉVÉRITÉ

Les résultats de l'étude de la date d'apparition des symptômes et la sévérité sont présentés dans le tableau 2. L'analyse de variance a montré des différences très significatives au seuil de 1 % ($p = 0,0001$) pour la date d'apparition des symptômes chez les 90 lignées testées, avec une moyenne de 9 jours. Elle a varié de 6, chez la variété Boussé local, à 12 jours après inoculation chez la variété Gaoua local 2. Le test de la séparation des moyennes a été significatif entre les génotypes comme Kvx521 (12 jours) et Gorom local (8 jours); Kvx727 (12 jours) et Bagré-1 (7 jours); IT97K569-9 (6 jours) et B301 (10 jours). Les taux de transmission par les graines ont été en moyenne de 100 % chez les lignées Gorom local, Pa local 1, Sadoré. Quant à la sévérité des symptômes, elle a aussi varié en fonction des cultivars. L'analyse de variance réalisée sur la sévérité a révélé des différences hautement significatives entre les génotypes avec une moyenne de sévérité de 3,3.. Elle a varié de 1 (Kvx771-10 x IT93K693-2) à 5 (Gorom local, témoin sensible au virus). A cinq semaines après l'inoculation, les symptômes ont été sévères chez certains génotypes à savoir Gorom local (5); Kvx61-1 (4); Kvx396-4-5-2D (3) et moindres pour d'autres c'est à dire Kvx771-10 x IT93K693-2 (1), ITN 87-71-21PL-1-2 (2), Bambey-21 (3). Le test de la séparation des moyennes a révélé une

différence significative entre les génotypes Kvx745-12P (sévérité = 1) et le témoin sensible, Gorom local (sévérité =5). En ce qui concerne les autres génotypes, le test n'a pas permis de détecter des différences significatives.

Tableau 2. Date d'apparition des symptômes et sévérité chez les 90 génotypes de niébé

Paramètres	DAS	Sévérité
Minimum	6	1
Maximum	12	5
Moyenne	9	3.27
Probabilité (5%) ANOVA	0,0001**	0,0076*
Coefficient de variation (%)	11,67	32,4
Test de Tukey (PPDS)	3, 72	3,82

(*): Analyse de variance significative à 5%;

(**): analyse de variance hautement significative à 1%;

test de Tukey: test de séparation des moyennes;

PPDS: plus petite différence significative; ANOVA: analyse de variance.

DATES D'APPARITION DE LA PREMIERE FLEUR ET CELLE DE LA GOUSSE

Les résultats de l'analyse de variance réalisée sur les paramètres portant sur les dates d'apparition de la première fleur et celle de la gousse de niébé sont consignés dans le tableau 3. Ils montrent des différences hautement significatives ($p(5\%)=0,0001<0,01$) entre les génotypes pour les dates d'émission de la première fleur et celles d'apparition de la première gousse. Les dates d'apparition de la première fleur ont varié de 35, pour la variété Ploplilon à 54 jours pour la variété VYA avec une moyenne de 41 jours. Celles de l'apparition de la première gousse à varié de 37 à 56 jours avec une moyenne de 43 jours. Les tests de séparation des moyennes ont révélé des différences significatives entre les génotypes notamment VYA (54 jours) et Ploplilon (35 jours), Donsin local (54 jours) et Poutenga-3 (48 jours).

Tableau 3. Dates d'apparition de la première fleur et de la gousse chez les 90 génotypes de niébé étudiés

Paramètres	DAPF (JAS)	DAPG(JAS)
Minimum	35	37
Maximum	54	56
Moyenne	41	43
Probabilité (5%) ANOVA	0,0001**	0,0001**
Coefficient de variation (%)	2,45	2,34
Test de Tukey (PPDS)	3,67	3,67

(*): Analyse de variance significative à 5%;

(**): analyse de variance hautement significative à 1%;

test de Tukey: test de séparation des moyennes;

PPDS: plus petite différence significative; ANOVA: analyse de variance.

POIDS DE CENT GRAINS (PCG)

Des différences significatives ont été observées pour le paramètre poids de cent grains (Tableau 4). IL a varié de 5,8 à 28,1 g avec une moyenne de 15, 1 g. Le test de séparation des moyennes de Tukey au seuil de 5 % a été très significatif entre les génotypes Kvx780-4SH et B301, Niébé Sauvage-1 et Kvx780. Les variétés très sensibles au virus ont présenté un PCG moyen supérieur aux variétés ayant des symptômes atténués. C'est le cas de la variété Gorom local, qui bien qu'étant très sensible a présenté 14,1 g alors que la variété de niébé B301 qui est moyennement résistante a affiché 5, 8 g.

Tableau 4. Poids de cent grains (PCG) des 90 géotypes de niébé étudié

Paramètre	PCG (g)
Minimum	5,8
Maximum	28,1
Moyenne	15,09
Probabilité (5%) ANOVA	0,0001**
Coefficient de variation (%)	19,08
Test de Tukey (PPDS)	10,48

(*): Analyse de variance significative à 5%;

(**): analyse de variance hautement significative à 1%;

test de Tukey: test de séparation des moyennes;

PPDS: plus petite différence significative; ANOVA: analyse de variance.

RELATION ENTRE LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES

L'analyse de la matrice de corrélation montre une corrélation forte et positive ($r=1$) entre la date d'apparition de la première fleur et celle de la première gousse et une autre corrélation négative ($r=-0,33$) entre le poids de cent grains et la date d'apparition des symptômes.

Tableau 5. Matrice de corrélations entre les différentes variables étudiées

	Sévérité	PCG	DAPF	DAPG	DAS
Sévérité	1				
PCG	0,0738	1			
DAPF	-0,0041	0,1275	1		
DAPG	-0,0041	0,1275	1**	1	
DAS	-0,1607	-0,3384*	-0,0748	-0,0748	1

(*): Analyse de variance significative à 5%;

(**): analyse de variance hautement significative à 1%;

test de Tukey: test de séparation des moyennes;

PPDS: plus petite différence significative; ANOVA: analyse de variance.

TAUX DE TRANSMISSION DU CABMV PAR LES GRAINES

Le taux de transmission du CABMV de la plante aux graines a varié suivant les géotypes bien qu'ils aient tous présenté les symptômes de la maladie dès le dix-septième jour après semis. En effet, il a varié de 3 % pour la variété de niébé B301 à 100 % pour la variété de niébé Kvu150 avec une moyenne générale de 23,36 %. Certains géotypes à savoir Bagré-1 (67,04%), Pa local GJ (54,25%), Donsin local (94,68%), et Kvx414-22-2 (58,53%) ont présenté de forts taux de transmission tandis que d'autres ont présenté de faibles taux de transmission. Il s'agit des variétés vulgarisées Kvx780-3 (3,3 %), Pa local-2 (5,1%), Gourgou (5,21%), Nafi (4%) et Tvx3236 (7%).

AIRE EN DESSOUS DE LA COURBE DE PROGRESSION DE LA MALADIE (ADCPM)

L'aire en dessous de la courbe de progression de la maladie a varié de faible à élevée suivant les 90 géotypes. Elle a été faible chez les variétés B301 (30), Kvx 771-10x693-2 (86,15) (témoins résistants) et élevée chez la variété Kvu150 (1000) avec une moyenne générale de 233,61.

La progression de la maladie a été particulièrement plus forte chez les géotypes Kvu150 (1000), Donsin local (946,8), Kvx521 (761,35), Bagré-1 (670,4), Poutenga-18 (642,85) que chez les géotypes B301 (30), Kvx727 (30,6), Kvx780-3 (34,05), Nafi (40), Pa local-2 (51).

4 DISCUSSION

DATES D'APPARITION DES SYMPTÔMES ET SÉVÉRITÉ

Différents types de symptômes ont été observés selon la variété de niébé impliquée. Les plants infectés ont présenté pour la plupart des cas, une mosaïque visible seulement en contre jour de couleur vert-clair ou vert francé avec des feuilles enroulées vers le bas. Par contre, certaines variétés sensibles comme Donsin local, Kvu150 et Gorom local, ont présenté à la fois une mosaïque verte et jaune avec enroulement des feuilles suivies de réduction de la taille des plants. Des résultats similaires ont été antérieurement rapportés par [9] sur des écotypes du Burkina Faso. Les différences hautement significatives observées entre les génotypes pour la sévérité des symptômes indiquent l'existence d'une grande variabilité en termes de capacité de résistance au CABMV. Cette variabilité mise en évidence offre des possibilités aux sélectionneurs d'envisager des travaux de sélection de variétés en fonction de ses objectifs. Les meilleurs génotypes résistants au CABMV ont été Kvx745-12P (sévérité = 1/5), Kvx771-10 x IT93K693-2 (sévérité = 1 / 5) tandis que les plus sensibles ont été Gorom Local (sévérité = 5/5) et Kvx61-1 (sévérité = 4/5). En fonction du délai moyen d'apparition des symptômes, les génotypes peuvent être regroupés en trois groupes. Le premier groupe est constitué de génotypes de niébé chez lesquels, les symptômes ont été les plus précoces c'est-à-dire apparus 6 à 7 jours après l'inoculation (JAI). C'est par exemple le cas de IT97K569-9 et Bagré-1 qui ont affiché respectivement 6 et 7 jours. La précocité d'apparition des symptômes chez les variétés de ce groupe suggère une plus grande sensibilité au CABMV. Chez le second groupe, les symptômes ont été observés entre 8 et 10 jours après l'inoculation (JAI). Ce groupe est représenté par Gorom local (8 jours) et B301 (10 jours). Le troisième groupe est constitué de génotypes comme Kvx521 et Kvx727 chez lesquels les délais d'apparition des symptômes ont été d'environ 12 jours après l'inoculation (JAI). Nos résultats sont en accord avec ceux de [9] qui a rapporté une date d'apparition des symptômes de 6 à 12 jours après inoculation.

DATES D'APPARITION DE LA PREMIERE FLEUR ET CELLE DE LA GOUSSE

Les dates d'apparition de la première fleur et celle de la première gousse renseignent sur la longueur du cycle de la plante d'une part et sur la sensibilité/résistance au CABMV d'autre part. En effet, chez le niébé le nombre de jours entre les dates d'apparition des fleurs et des gousses est constant. Ainsi, tout allongement de ce délai est imputable aux dégâts causés par le CABMV qui provoque l'avortement de certaines fleurs, et par conséquent retarde la date d'apparition des gousses et leur mauvaise formation. Au regard des résultats observés, notamment la forte corrélation ($r = 1$) observée entre les dates d'apparition des fleurs et des gousses, il ressort que le CABMV a eu plus d'impact sur la chute et la formation que sur le délai d'apparition des gousses.

Selon l'échelle de notation de [11], le cycle des variétés de niébé est considéré comme court lorsqu'il est compris entre 60 et 65 jours, moyen lorsqu'il varie de 65 à 85 jours et long au delà de 85 jours. Ainsi, les génotypes Kvx780-4, Kvx775-33x2 x 693-2BCF7-p8, Ife Brown chez lesquels les fleurs sont apparues très tôt c'est-à-dire en moyenne 35 jours après semis sont de cycle court. Par contre, les génotypes Boussé local, Moussa local et Donsin local chez lesquels les fleurs sont apparues plus tardivement c'est-à-dire respectivement 51, 52 et 54 jours après semis sont de cycle intermédiaires.

POIDS DE CENT GRAINS (PCG)

La corrélation négative observée entre la date d'apparition des symptômes et le poids de cent grains indique que plus les symptômes apparaissent tôt, plus les graines pèsent lourdes. En d'autres termes, les variétés les plus sensibles, c'est à dire présentant précocement les symptômes ont un poids élevé de graines tandis que les variétés les plus résistantes c'est-à-dire présentant tardivement les symptômes du CABMV affichent un faible poids des graines. Cela pourrait s'expliquer par le fait que plus la plante présente tôt les symptômes du CABMV, plus elle aura le temps nécessaire pour développer des mécanismes de résistance avant la période reproductive. Par contre, les plantes qui présentent tardivement les symptômes, c'est-à-dire à quelques jours du début de la période reproductive n'auront pas suffisamment de temps pour développer des mécanisme de résistance. Toutefois, des variétés sensibles et intermédiaires à savoir Gorom local, Txv3236, B301 et Kvx61-1 ont présenté des poids faibles variant de 5,82 à 16,52 g. La réduction du PCG peut être attribuée en partie à une baisse de photosynthèse suite à une diminution de la surface foliaire et donc de la production de la chlorophylle.

[12] a montré que les plants infectés utilisaient moins d'espace et d'éléments nutritifs que les plants sains. Les meilleurs génotypes sont ceux qui avaient des poids des cent grains élevés car ce critère est une exigence des marchés locaux et régionaux. Les lignées ayant de gros grains et résistants au CABMV identifiées pourraient être utilisées comme de potentiels parents pour l'amélioration variétale.

TAUX DE TRANSMISSION DU CABMV PAR LES GRAINES

L'étude de la transmission du CABMV montre que les graines constituent donc un moyen efficace de maintien du virus. Ainsi, la présence du virus dans les graines de lignées sensibles est un facteur favorisant sa dissémination. L'utilisation de graines infectées constituerait donc directement la source d'inoculum primaire du CABMV.

La sélection variétale doit donc être orientée vers les cultivars qui présentent de faibles taux de transmission du CABMV par les graines c'est-à-dire les génotypes B301 (3 %), Kvx780-3 (3.3 %), Pa local-2 (5.1%), Gourgou (5.21%), Nafi (4%) et Tvx3236 (7%). Les variétés ayant un faible taux de transmission du CABMV par les graines constituent des sources de résistance exploitable pour l'amélioration du niébé. Selon [2], l'existence d'un lien entre certains paramètres biométriques dont la couleur des graines et le taux de contamination des graines par le CABMV, devrait aider les sélectionneurs dans la création de variétés à faible pouvoir de transmission du CABMV par les graines. La variation du taux de transmission du CABMV par les graines dépend de la souche virale et du génotype de niébé [13]; [14] ; [15]. Les génotypes de niébé ayant un faible taux de transmission ont également manifesté les symptômes du CABMV. Ce résultat est en accord avec ceux de [15] qui ont noté de graves épidémies si la transmission secondaire du virus se fait de façon efficace avec les lignées sensibles. Cependant, selon [2], la sévérité des symptômes ne se traduirait pas forcément par un fort taux de transmission. Toutefois, [9] avait montré que l'utilisation de semences de variétés à forts ou à faibles taux de transmission du CABMV a un effet sur l'incidence de la maladie.

AIRE EN DESSOUS DE LA COURBE DE PROGRESSION DE LA MALADIE (ADCPM)

L'ADCPM est une composante de l'épidémiologie qui prend en compte la progression de la maladie dans le temps. Il sous-entend une notion d'installation, d'accroissement et d'incidence finale de la maladie. Les symptômes de la maladie ont été plus visibles et plus clairs le vingt septième jour qu'au dix septième jour après semis. Bien que l'ADCPM soit de façon générale plus importante chez les variétés sensibles, la variété la plus sensible au CABMV, à savoir Gorom local n'a pas présenté la plus grande valeur de l'ADCPM. L'induction de symptômes dont la sévérité a été atténuée conforterait le statut de résistance au virus. Ce qui expliquerait en partie le fait qu'elle ait affiché un poids assez élevé des graines (16,52 g) par rapport à certaines variétés moyennement résistantes comme Tvx3236 et B301 qui ont présenté respectivement 10 et 5,82 g.

L'utilisation de l'ADCPM a également permis de comparer les effets du taux de transmission des semences des variétés de niébé sur le développement du CABMV. Les variétés de niébé à faibles valeurs de l'ADCPM peuvent être qualifiées de lignées résistantes. L'expression de la sévérité des symptômes et la capacité à transmettre le CABMV par les graines sont deux mécanismes différents de résistance qui pourraient être gouvernés par plusieurs gènes différents.

5 CONCLUSION

Nos travaux ont consisté à faire une étude de la résistance du niébé au sérotype D du CABMV. Le taux de transmission par les graines, la sévérité des symptômes et l'ADCPM sont fortement dépendants du génotype de niébé et de la date d'infection de la plante hôte. Kvx745-12P, Kvx771-10 x IT93K693-2 sont les génotypes les plus résistants tandis que les plus sensibles ont été Gorom Local et Kvx61-1. L'utilisation de semences d'une bonne qualité sanitaire, le contrôle des populations de pucerons vecteurs et la résistance variétale sont de bons moyens pour une lutte durable contre le CABMV.

REFERENCES

- [1] PASQUET R.S. et BAUDOIN J.P. *Le niébé, Vigna unguiculata*. In: *L'amélioration des plantes tropicales*. Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D. (eds.), pp 483-505, 1997
- [2] TIGNEGRE J.B. *Etude de la transmission du cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus CABMV chez le niébé Vigna unguiculata (L.) WALP.* Mémoire de DEA. , Université de Ouagadougou, 57p, 2000
- [3] IITA, Grain legume pathology. In 1976 report, *International Institute of Tropical Agriculture*, Ibadan Nigeria, 1978.
- [4] KIDIGODI M.S. *Contribution à l'étude de la résistance aux insectes de quelques cultivars sélectionnés du niébé (Vigna unguiculata (L.) WALP.) à Gampèla.* Mémoire I.D.R. Université de Ouagadougou, 52p, 1985.
- [5] NDIAYE M., BASHIR M., KELLER K.E and HAMPTON R.O. Cowpea Virus in Senegal, West Africa: identification, distribution, seed transmission, and sources of genetic resistance. *Plant Disease*, 77, 999-1003, 1993.
- [6] HUGUENOT C., FURNEAUX M.T., CLARE J.A. and HAMILTON R.I. Improve diagnosis of cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus in Africa: significance for cowpea seed indexing, reading programs and Potyvirus taxonomy. *Archives of Virology*, 141,137-145, 1996.

- [7] REEVES W. H. *Le niébé*. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan Nigeria, 170p, 1983.
- [8] RAHEJA, A.K. et LELEJI, O.I. An aphid-borne virus disease of irrigated cowpea in northern Nigeria. *Plant Dis. Repr.* 58, 1080-1084, 1974.
- [9] NEYA J. *Variabilité sérologique et aspects épidémiologiques du virus de la mosaïque du niébé (L.)WALP.) Transmis par pucerons au Burkina Faso*. Mémoire de DEA., Université de Ouagadougou, 54p, 2002.
- [10] SHANER G., FINNEY R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1056, 1977.
- [11] PANDEY R.K. *A farmer's primer on growing cowpea on the rice land*. IITA (eds.) 218p, 1987.
- [12] SINGH S.R. et JACKAI L.E.N. Insect pests of cowpea in Africa: Their life cycle, economic importance and potential for control. IN: Cowpea research, Production and Utilization. S.R.Singh and K.O.Rachie (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, pp.217-231, 1985.
- [13] BOCK K.R. East African strains of cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus. *Annals of Applied Biology* 74, 75-83, 1973
- [14] LADIPO J.L. A vein banding strain of cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus in Nigeria. *Nigerian journal of sciences*, 10, 77-88, 1976.
- [15] ABOUL -ATA A. E., ALLEN D. J., THOTTAPPILLY G. et ROSSEL H. W. Variation in the rate of Cowpea Aphid borne Mosaic virus in cowpea. *Tropical Grain Legume Bulletin*, 25, 2-7, 1982.

Comportement d'endettement des PME au Maroc : Etat des lieux et facteurs explicatifs

Abdelaziz MESSAOUDI and Mohamed BINKKOUR

Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales, Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc

Copyright © 2016 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: Why and how do companies get indebted?

This is the main issue that this work aims to investigate. In fact, through this study we look forward to humbly to the heated debate on the small and medium sized enterprises (S.M.E.) behavior of indebtedness. We have integrated the financial characteristics of SME.

This research focuses on three axes of research: Financial theory, the field of S.M.E and the intersection on these too.

Based on the literature, three hypothesis have been deduced: they are based first to the financial characteristics of S.M.E, second to the owner manager profile and finally to the characteristics of the external environment.

To test the validity of these hypotheses, we have conducted a survey among 30 Moroccan S.M.E working in the industrial sector.

The results of this survey have shown that S.M.E present small levels of indebtedness. This indebtedness is basically a short time one.

The explanations have revealed the correlation of indebtedness successively with benefit, growth opportunities, and the owner-manager profile.

In sum, our study is both descriptive and explanatory of the indebtedness behavior among the national S.M.E.

KEYWORDS: small and medium sized enterprises, behavior of indebtedness, decision, Financial theory, management

RESUME: Pourquoi et comment les entreprises s'endettent ?

Telle est la question qui nous a guidés tout au long de cette recherche. En effet, ce recueil a pour objet de contribuer modestement à un débat sur le comportement d'endettement des petites et moyennes entreprises en intégrant dans notre analyse les spécificités financières de ces dernières. Ainsi, pour construire l'état de l'art approprié à cet objet, il nous a fallu emprunter trois voies d'investigation : la théorie financière, le domaine de la P.M.E, et la fécondation croisée de ces deux domaines. Sur la base de cette littérature, trois blocs d'hypothèses explicatives ont été déduits : ils sont relatifs aux caractéristiques financières des P.M.E, au profil du propriétaire-dirigeant et aux caractéristiques de l'environnement externe. Pour tester ces hypothèses, une enquête a été menée auprès de 30 P.M.E marocaines opérant dans le secteur industriel.

L'analyse des résultats de l'enquête a montré que les P.M.E présentent des niveaux d'endettement assez faibles. Cet endettement a la particularité d'être essentiellement à court terme. Quant aux facteurs explicatifs, ils ont révélé la corrélation de l'endettement successivement avec la rentabilité, les opportunités de croissance et le profil du propriétaire-dirigeant.

Bref notre analyse se veut avant tout descriptive puis explicative du comportement d'endettement des P.M.E nationales.

MOTS-CLEFS: PME, le comportement d'endettement, décision, théories financières, management.

1 INTRODUCTION

Les discours se rapportant au financement des PME portent souvent sur la difficulté de celles-ci à accéder au marché des capitaux et sur leur insuffisance en fonds propres, cette sous-capitalisation étant souvent le corollaire d'un surendettement. Cette approche traditionnelle de la finance des PME s'exprime aujourd'hui dans un contexte de désendettement qui semble plus marqué pour les G.E que pour les P.M.E (**Laboureix. D et Laurin. A, 1994**). Il nous semble donc opportun de mieux comprendre et mieux connaître les composantes du processus de décision conduisant à tel ou tel usage de la dette dans la PME.

Cette recherche s'inscrit donc dans une démarche globale visant à mieux comprendre les fondements des comportements financiers des PME et la nécessité d'apporter des approches spécifiques à ces dernières. En effet, il est courant de comparer les PME aux grandes entreprises. Or ramener la PME à une « petite grande entreprise » revient à considérer de manière implicite que les structures organisationnelles, les comportements stratégiques et les performances économiques et financières sont de nature similaire et que seules les différences quantitatives sont susceptibles d'apparaître entre les deux populations. Ceci dit, la spécificité financière de cette catégorie de firme est souvent définie en quelque sorte par défaut, en les comparant aux sociétés de plus grande taille considérées comme étalon pertinent. Mais plus fondamentalement est ce qu'une opposition selon la taille est pertinente ? Ne doit-on pas au contraire identifier ce que du point de vue financier peut caractériser une PME et la rendre irréductible aux critères d'évaluation des grandes entreprises ? L'arbre de la taille ne cache-t-il pas la forêt de la spécificité des modes de croissance ?

Autant de questions que nous allons réunir sous une question principale qui constitue le cœur de notre problématique :

Sous quels aspects se présentent les comportements d'endettement des PME au Maroc ? Et quels en sont les fondements ?

2 REVUE DE LITTÉRATURE

Dans cette revue de littérature, seront traitées les principales spécificités des PME ayant trait au comportement d'endettement

2.1 PRÉFÉRENCES DE FINANCEMENT DU PROPRIÉTAIRE-DIRIGEANT

On s'accorde à reconnaître que les propriétaires-dirigeants préfèrent financer les besoins de leur entreprise plus par autofinancement que par des prêteurs externes et même que par de nouveaux actionnaires. Cela revient à s'intéresser, dans un premier temps, à la problématique du pouvoir. En effet, ces derniers pourraient privilégier l'indépendance de leur entreprise, plus exactement l'autonomie de leur prise de décision et le contrôle de leur firme. Il n'y aurait pas de discrimination et défiance des marchés de capitaux pour les PME (et en particulier des marchés financiers pour celles qui sont cotées), mais plutôt une volonté de ne pas les utiliser (**Holmes. S et Kent. P, 1991**). Cette approche, fort dépendante des méthodologies utilisés, doit être approfondie.

En effet, tous les travaux reliant la finance des PME et la théorie de l'ordre hiérarchique (POT) ont confirmé que les dirigeants des PME préfèrent le financement interne aux sources de financement externes. Mais les raisons ne sont pas simplement une volonté d'indépendance mais aussi des critères de coût, de volumes mobilisables et de facilité de mise en œuvre conduisant les chefs d'entreprise à classer ainsi leur préférence : autofinancement, endettement bancaire, endettement obligataire, augmentation de capital. Il y a dans ces critères l'expression d'une difficulté d'accès au marché, tant du point de vue des volumes que des techniques, ce phénomène illustrant l'écart de connaissances (**Belletante.B et Levratto.N, 1995**).

2.2 CONTEXTE PARTICULIER DU RISQUE DANS LES PME

Par rapport à la grande entreprise, la PME comporte un surplus de risque. Il résulte notamment de la personnalisation de l'entreprise, des éventuelles carences managériales du dirigeant, de la taille de l'entreprise elle-même et des asymétries informationnelles.

En fait, les aspects humains sont déterminants dans le cadre des relations entre banques et PME. La rationalité objective des rapports qu'entretiennent les banques avec les grandes entreprises y est remplacée par un rapport de type « intuitu personae ». Ainsi, l'octroi d'un prêt à une PME, implique un surplus de risque interne par rapport à la même opération avec la grande entreprise. Le surplus de risque interne résulte de la dépendance de la PME à l'égard d'un seul individu

personnifiant l'entreprise. Ses particularités constituent à la fois les forces et les faiblesses de l'entreprise. La disparition de l'entrepreneur affectera d'ailleurs souvent l'entreprise au point de mettre sa survie en péril.

Cette personnification a des conséquences sur le comportement des banques. Lors de l'octroi d'un prêt à un dirigeant de PME, les banques exigent des garanties « personnelles » et assimilent donc le patrimoine du dirigeant et/ou de sa famille à celui de l'entreprise. Cela réduit la logique même de la responsabilité limitée (**Belletante.B et Levratto.N , 1995**). Trop souvent, plutôt que d'étudier en profondeur le dossier de l'entreprise, le banquier s'assurera de la consistance des garanties. Selon **Storey (1994)**, l'exigence de garanties constitue, pour les banques, le mécanisme central d'ajustement du risque. Non seulement elles limitent les pertes de la banque en cas de non remboursement du prêt, mais de surcroît, leur rôle serait d'encourager « les bons » débiteurs à se manifester.

En effet, si le dirigeant est susceptible d'encourir une perte personnelle substantielle, il est probable qu'il se dévouera plus à la réussite de son projet. Comme l'entrepreneur a, en principe, une meilleure information sur son projet que le banquier, l'acceptation par le dirigeant d'une clause prévoyant une garantie personnelle serait perçue comme un signal positif par la banque.

Toutefois, la méfiance des banques vis à vis des demandes de crédit des PME peut résulter de leur perception de certaines carences managériales dans ce type d'entreprises. Les prêteurs reprochent aux dirigeants de PME une incapacité de déléguer ou une forte concentration du pouvoir entraînant un risque de mauvaise information ou d'incompétence. L'insuffisance de formation financière ou le peu d'intérêt porté à la fonction financière sont également fréquemment évoqués par les banquiers pour évoquer la difficulté de leurs relations avec les PME (**Bissiriu. G , 1989**).

Un ensemble d'enquêtes menées sur le sujet démontrent que les responsables des institutions financières émettent d'importantes réserves à propos des capacités managériales des entrepreneurs avec qui ils traitent. A leurs yeux, les dirigeants sont souvent de bons techniciens et de bons commerciaux mais accordent peu d'importance à la fonction financière. Ce manque de formation ou d'intérêt a souvent pour conséquence la présentation d'un dossier incomplet ou mal préparé. En outre, certains auteurs estiment que le rationnement financier des PME provient principalement de l'absence d'experts financiers au sein de ces entreprises (**Riding.A et Swift.C , 1993**). La décision du dirigeant de faire appel à des capitaux externes intervient généralement dans une optique de croissance externe ponctuelle et non pas dans le cadre d'une politique planifiée. Bien que la force des PME réside fréquemment dans leur flexibilité, cette stratégie réactive empêche toutefois une planification à long terme des investissements (**Cieply. S , 1995**).

Les cash-flows anticipés des PME sont donc plus incertains. En outre, l'octroi d'un prêt à une PME, implique des coûts de gestion de dossier proportionnellement plus importants qu'un prêt à une grande entreprise, ces coûts étant largement fixes. Ces risques accrus sont à l'origine des taux d'intérêt plus élevés demandés aux PME.

2.3 L'ASYMÉTRIE INFORMATIONNELLE DANS LES PME

Une des principales difficultés que rencontrent les PME consiste à communiquer une information fiable et précise au marché. Même lorsque les dirigeants sont en mesure de le faire, ils hésitent à fournir des informations sur leur entreprise, que ce soit pour des raisons fiscales, concurrentielles ou liées aux coûts qu'engendrent leur production.

Il y a donc une distorsion entre l'information dont dispose le dirigeant et celle qu'il met à la disposition des tiers. Pour Williamson, une entreprise est toujours mieux informée que le marché car elle a accès à des informations internes. Toutefois, ce phénomène est moins marqué pour une grande entreprise. Sa dimension, et notamment le fait d'être admise à une cotation boursière, leur impose une communication externe développée. Outre les obligations légales de publicité, elle fait l'objet d'analyses financières publiques réalisées par des intermédiaires financiers. Une entreprise cotée est donc soumise à une plus grande transparence. Les dirigeants des PME recourant moins aux marchés financiers ne ressentent pas la nécessité de diffuser des informations. Il existe donc une asymétrie informationnelle plus grande entre l'entreprise et ses créanciers.

Cette constatation ne peut cependant pas être généralisée. Les entreprises nouvellement créées, par exemple, ne connaissent pas les coûts auxquels elles devront faire face, et ignorent donc leur efficacité relative. Elles ne pourront connaître celles-ci que sur base des performances postérieures à l'entrée. Plus particulièrement, le dirigeant n'a vraisemblablement qu'une idée imprécise de ses qualités entrepreneuriales et managériales et, partant, de ses chances de succès. Par contre le banquier, surtout s'il est expérimenté dans le domaine du crédit aux PME, sera plus à même d'évaluer ses chances de succès (**Storey. D.J, 1994**).

Au fur et à mesure de la croissance de l'entreprise, le dirigeant acquiert une connaissance plus précise de ses qualités par le biais du processus d'apprentissage, tandis que le banquier ne côtoiera plus l'entreprise qu'au travers de contacts et d'évaluations épisodiques.

Au fil des années, la tendance s'inverse et l'asymétrie d'information joue en faveur du dirigeant de la PME.

Selon **Stiglitz et Weiss (1981)**, l'asymétrie d'information entre les offreurs et les demandeurs sur le marché du crédit est à l'origine d'un rationnement du crédit. Bien que cette théorie n'ait pas été développée dans le cadre de la problématique des PME, certains auteurs y voient l'une des principales explications de la spécificité du financement de celles-ci (**Psillaky. M, 1995**).

3 APPROCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE

Etant inscrit dans une recherche de terrain, on a été confronté à un arbitrage fondamental entre les deux méthodes scientifiques universelles d'approche des problématiques de recherche : la méthode hypothético-déductive et la méthode hypothético-inductive. Le choix de l'approche à préconiser dépend de l'état d'avancement des connaissances théoriques et des concepts relatifs au phénomène à étudier, mais surtout du type d'objectifs assignés à la recherche.

L'objectif de notre recherche étant d'expliquer après l'avoir décrit les pratiques d'endettement des entreprises, le domaine de notre recherche étant loin d'être en stade exploratoire, nous avons été conduits à privilégier l'approche hypothético-déductive.

Par rapport à la problématique de notre recherche, plusieurs hypothèses du travail sont envisageables. Cependant et pour des raisons pédagogiques, nous avons retenu parmi elles celles qui ont le plus d'importance par rapport à l'objet de recherche.

Ces hypothèses sont au nombre de trois et sont décomposées chacune en trois sous-hypothèses qui sont de nature bvariée.

Nous retenons comme réponse provisoire à l'interrogation posée trois blocs d'hypothèses composées chacune de trois sous-hypothèses ayant trait à l'aspect explicatif de la recherche menée. Nous présenterons donc ci-joint ces hypothèses. Quant à leur véracité, elle sera testée ultérieurement au moyen d'outil d'observation (enquête par questionnaire) et d'analyse scientifique (traitements statistiques).

Première hypothèse : « Le comportement d'endettement de la PME est déterminé par ses propres caractéristiques »

De cette hypothèse on dégage trois sous hypothèses :

H1-1 : l'endettement est négativement corrélé avec la rentabilité de la PME ;

H1-2 : l'endettement est positivement corrélé avec la croissance de la PME ;

H1-3 : Une entreprise disposant de garanties importantes présentent plus de dettes dans son passif.

Deuxième hypothèse : Le comportement d'endettement de la PME au Maroc est largement influencé par le profil de son propriétaire-dirigeant

Cette hypothèse est subdivisée en trois sous-hypothèses :

H2-1 : Les dirigeants averse au risque imposeraient à leurs firmes des niveaux d'endettement très faibles ;

H2-2 : Le comportement d'endettement des PME est influencé par l'objectif que s'assigne le propriétaire-dirigeant à son entreprise.

H2-3 : Dans le contexte des PME, les propriétaires-dirigeants affichent des besoins d'autonomie et d'indépendance qui leurs font préférer le financement interne à l'externe.

Troisième hypothèse : Des facteurs de l'environnement externe imposent aux PME leurs comportements financiers

On retient comme facteurs de l'environnement externe : les opportunités de croissance du secteur, les relations avec les banques et enfin la fiscalité.

H3-1 : Les entreprises à fortes opportunités de croissances font moins appel à l'endettement;

H3-2 : Les PME tiennent compte dans le choix de leur comportement financier le traitement fiscal de faveur vis à vis de l'endettement;

H3-3 : Plus l'entreprise est satisfaite de sa relation avec sa banque plus cette dernière serait endettée.

Pour tester ces hypothèses, la source d'information utilisée est l'enquête par questionnaire. Cela consiste à adresser un questionnaire aux responsables d'entreprises pour étudier les déterminants susceptibles d'expliquer les comportements d'endettement. Cette méthode permet, en effet, de mieux comprendre la diversité à la fois des niveaux que des structures d'endettement des entreprises.

En fait, il s'agit d'une inspiration de la méthode utilisée par **J. Peyrard (1987)** et **G. Hirigoyen (1987)**, sauf que ces derniers ont uniquement cherché à situer la fonction financière et les décisions y afférentes dans le fonctionnement général de l'entreprise.

Ces différents arguments ont réduit notre choix à une seule méthode : une enquête auprès des dirigeants. Celle-ci présente, par ailleurs, quelques inconvénients tels que les difficultés du contact des responsables des entreprises ou encore leur réticence à répondre aux questions posées surtout celles portant sur les aspects financiers. D'autant plus que parfois les réponses aux questions ne correspondent pas à la situation réelle de l'entreprise.

En raison des difficultés d'application des méthodes probabilistes, et pour des raisons liées au mode d'administration du questionnaire, notre échantillon s'inscrit dans la catégorie des échantillons non probabilistes. Dans les méthodes non probabilistes, la constitution de l'échantillon résulte d'un choix « raisonné » visant à faire ressembler l'échantillon à la population dont il est issu. Dans ces méthodes, la confection ou la sélection de la population étudiée implique l'intervention personnelle du chercheur qui doit respecter dans ses choix l'objet de la recherche.

A cet effet trois critères ont été retenus pour définir l'ensemble des entreprises constituant l'échantillon : la taille (nous considérons comme PME, toute entreprise ayant un effectif inférieur à 200 employés), l'indépendance juridique et financière et le secteur d'activité (seules les entreprises industrielles ont été retenues).

Concernant notre enquête, le choix s'est fixé sur l'administration directe qui consiste à déposer le questionnaire auprès des responsables financiers des entreprises enquêtées.

Ainsi, la première entrevue avec les responsables est consacrée à expliquer l'objet de la recherche, à présenter les thèmes à aborder et enfin à rassurer le répondant sur la sauvegarde de l'anonymat. Cette première entrevue est très importante pour établir une relation de confiance. Ensuite, on laisse au répondant le temps suffisant pour remplir le questionnaire. Cette durée allait généralement d'une semaine à trois semaines.

Enfin, après la récupération des réponses une vérification est faite sur le champ en vue de déterminer s'il y a des non réponses. Dans ce dernier cas, un nouveau contact est alors organisé avec le répondant en vue de les compléter.

Cette méthode, même si elle est plus coûteuse que l'enquête postale ou l'entretien téléphonique, elle permet en général d'obtenir une information plus complète et de meilleure qualité.

Malgré les difficultés liées à l'éloignement géographique des entreprises, cette méthode a été pour nous d'une grande utilité. En effet, outre les gains sur le plan relationnel avec les responsables au sein de l'entreprise, elle nous a permis d'obtenir des réponses détaillées. Ainsi, la discussion, le commentaire et l'argumentation des réponses nous ont permis de dégager des informations utiles pour notre analyse et qui auraient échappé en cas d'une enquête postale.

4 PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

4.1 DESCRIPTION DU COMPORTEMENT D'ENDETTEMENT DES PME DE L'ÉCHANTILLON

De prime abord on va présenter quelques données générales concernant la politique d'endettement des entreprises, pour ensuite s'intéresser à certaines caractéristiques de la dette contractée ainsi que le niveau et la structure d'endettement des entreprises étudiées.

4.1.1 DONNÉES GÉNÉRALES

Pour déterminer les raisons qui poussent les entreprises à faire appel à l'endettement plutôt qu'aux autres sources de financement, on leur avait proposé une série de raisons qu'ils doivent classer selon l'ordre d'importance.

Ainsi, l'enquête fait ressortir que les entreprises recourent essentiellement à l'endettement pour deux raisons. La première est que l'endettement est la seule source de financement. La seconde se manifeste dans le coût moins cher de l'endettement relativement aux autres sources de financement. La première raison a été citée en premier rang 11 fois (soit 37% des entreprises de l'échantillon) et la seconde 9 fois (soit 30 % des entreprises étudiées).

Pour apprécier la perception des entreprises enquêtées vis à vis de l'endettement, on leur a demandé si l'endettement pour elles est une contrainte, un facteur de croissance ou bien un signe de bonne santé de l'entreprise.

La plupart des entreprises enquêtées ont affirmé que l'endettement est une contrainte. En effet, pour 74% des entreprises l'endettement est souvent ou assez souvent une contrainte alors que pour les 26% restante l'endettement est rarement ou pas du tout une contrainte.

La plupart des entreprises voient aussi dans l'endettement un facteur de croissance : sur les 28 entreprises qui ont répondu à cette question, 18 le perçoivent comme un facteur de croissance alors que seulement 10 voient le contraire.

Par ailleurs, plusieurs raisons limitent le recours des entreprises à l'endettement. C'est le cas en effet de l'indépendance financière, de la saisie des opportunités de croissance et de la couverture contre le risque de dysfonctionnement.

22 entreprises limitent leur endettement pour conserver leur autonomie financière : soit 73% de l'échantillon. 6 entreprises (soit un taux de 20%) considèrent par contre que cette variable n'influence pas leur comportement d'endettement. Deux entreprises ont préféré ne pas répondre à cette question.

Pour justifier la limitation de leur endettement, une des raisons généralement citée par les entreprises réside dans la conservation d'une capacité d'endettement future. Celle-ci permettra à l'entreprise de saisir toutes les occasions qui peuvent se présenter dans l'avenir. La majorité des entreprises constituant notre échantillon ne partagent pas cet avis puisque 63% des entreprises l'ont considéré être sans importance et 30% seulement prennent cet élément en considération dans leur décision d'endettement. 7% n'ont pas fait suite à cette question.

Comme il a été déjà démontré, l'endettement induit pour l'entreprise un risque financier qui fait accroître son risque total. Celui-ci se compose généralement :

- D'un risque de liquidité qui mesure la différence entre les capacités d'endettement à court terme, moyen et long terme, et les besoins de financement ;
- D'un risque de solvabilité qui correspond aux engagements et garanties que l'entreprise fournit en contrepartie de l'emprunt accordé.

Il en résulte, pour toute entreprise désirant éviter tout risque de dysfonctionnement, une limitation de son endettement. Les résultats déduits de notre enquête font ressortir que 50% des entreprises n'accordent pas une grande importance à ce risque. En contre partie, 20% (soit 6 citations) des entreprises déclarent prendre en considération cet élément. Les 30% restantes n'ont pas répondu.

4.1.2 LES CARACTÉRISTIQUES DE LA DETTE CONTRACTÉE

Les entreprises enquêtées déclarent avoir recours essentiellement à l'endettement à court terme (11 citations soit 37% des réponses) et à très court terme (9 citations, soit 30% des réponses). L'endettement à moyen et long terme est rarement utilisé. En effet, seules 6 entreprises (20% des réponses) font recours à l'endettement à moyen terme et 4 (soit 13%) à l'endettement à long terme.

Nous nous sommes attachés de voir si les entreprises enquêtées respectent ou non les règles de l'orthodoxie financière. Ceci revient en d'autres termes à étudier le financement de leurs actifs.

S'intéressant tout d'abord au financement de l'actif immobilisé, 67% des entreprises (20 citations) déclarent le financer essentiellement par un endettement à long terme. Seules 10 (33%) entreprises ont reconnu faire appel à l'endettement à court terme pour le financement de leur actif immobilisé.

Concernant les besoins financiers à court terme, ils sont essentiellement financés par un emprunt à court terme. Parmi les 30 entreprises enquêtées, 25 (83% des réponses) ont déclaré financer leur besoin à court terme par un endettement de même durée. Seules 5 entreprises (17%) disent faire appel à l'endettement à long et moyen terme pour le financer.

4.1.3 LE NIVEAU ET LA STRUCTURE D'ENDETTEMENT DES ENTREPRISES ÉTUDIÉES

Pour apprécier la structure financière des entreprises étudiées, nous avons pris comme indicateur le taux d'endettement mesuré par le rapport Dettes totales / Fonds propres.

Selon notre enquête, 27% des enquêtés présentent un taux d'endettement inférieur à 25% , 43% ont un taux compris entre 25 et 50% et 9 entreprises (soit un taux de 30%) seulement ont déclaré avoir un taux supérieur à 55%. Ce qui fait que 70% des entreprises ont un taux d'endettement inférieur à 55%.

Il s'avère donc que les entreprises de notre échantillon présentent en général un taux d'endettement assez faibles.

Pour estimer la structure d'endettement des entreprises, sont analysés successivement la part dans le passif total des dettes à long et moyen terme, des dettes à court terme, des autres dettes à court terme et enfin du compte courant d'associés.

Les dettes à long et moyen terme sont faiblement représentées dans le passif des entreprises de l'échantillon. En effet, 74% des entreprises ont déclaré avoir un endettement à long et moyen terme rapporté au passif inférieur à 15%. 8 entreprises (soit un taux de 26%) seulement ont un rapport compris entre 15 et 35% tandis que aucune entreprise n'a déclaré avoir un rapport supérieur à 35%.

A l'inverse des dettes à long terme, les dettes à court terme apparaissent avec des pourcentages élevés dans le passif. En effet, sur les 30 entreprises enquêtées, 20 (Soit 67% des entreprises) ont un endettement à court terme rapporté au passif supérieur à 15% alors que seulement 10 entreprises disposent d'un rapport inférieur à 15%.

Les autres dettes à court terme sont généralement constituées des crédits sur impôts et du crédit fournisseur. 44% des entreprises enquêtées ont un taux autres dettes à court terme/Passif inférieur à 6%. Les entreprises dont le taux est en deçà de 15% représentent 64% de notre échantillon. Les 36% restantes ont un taux compris entre 15 et 35%.

Enfin, les données déduites de notre enquête révèlent que 54% des entreprises ont des comptes courants d'associés supérieurs à 15% de leur passif. Les 46% restantes ont des taux supérieurs à 15% du passif. Ce résultat révèle l'importance du compte courant d'associés dans le financement des entreprises de notre échantillon.

4.2 FACTEURS EXPLICATIFS DU COMPORTEMENT D'ENDETTEMENT DES PME DE L'ÉCHANTILLON

Pour tester l'influence des différents facteurs explicatifs sur le taux d'endettement nous avons fait appel au test de corrélation et au test de Khi-deux. Les résultats de ces deux tests sont donnés dans le tableau suivant :

Variable	Coefficient de corrélation	Test de Khi-deux			
		Khi-deux calculé	Degré de liberté	Risque d'erreur	Khi-deux lu
La rentabilité	-0.706	22.245	8	5%	15.507
La croissance	0.126	11.277	10	5%	18.307
Les garanties	-0.094	8.634	4	5%	9.488
Attitude vis-à-vis du risque	-0.621	15.453	4	5%	9.488
Objectif du dirigeant	0.816	7.653	2	5%	5.991
Opportunités de croissance	-0.901	46.783	6	5%	12.592
Relations avec la banque	0.007	7.027	6	5%	12.592

4.2.1 LES CARACTÉRISTIQUES DES ENTREPRISES ET L'ENDETTEMENT

• LA RENTABILITE

On constate que parmi les entreprises de notre échantillon qui ont une rentabilité élevée (supérieure à 20%), 14% ont un taux d'endettement inférieur à 25%. En contrepartie, les entreprises qui ont une rentabilité faible (ces entreprises représentent d'ailleurs 64% de notre échantillon) présentent des taux d'endettement élevés. Ceci peut s'expliquer par le fait que les entreprises préfèrent se financer en cas de rentabilité élevée par les fonds propres disponibles plutôt que de faire recours à l'endettement. Ce qui confirme les prédictions de la théorie du financement hiérarchique.

Pour tester cette relation entre la rentabilité et le taux d'endettement, on a recouru au coefficient de corrélation de Pearson pour mesurer l'intensité de la relation et au test de Khi-deux pour mesurer son degré de signification.

Le tableau de corrélation de Pearson indique une forte corrélation entre la rentabilité et le taux d'endettement. Ainsi, on constate une liaison négative entre les deux variables qui est de l'ordre de 70%.

D'un autre côté, D'après la table de Khi-deux, le Khi-deux lu à 8 degré de liberté et à 5% de risque d'erreur est de 15.507. Le Khi-deux calculé quant à lui s'élève à 22.245.

La comparaison entre les deux valeur entraîne que : $\chi^2_{\text{calculé}} > \chi^2_{\text{lu}}$. Il en résulte que la relation entre les deux variables est significative.

A la lumière de ce résultat, il apparaît en première analyse une confirmation de la théorie de la hiérarchie de financement (pecking order theory). En effet, le signe négatif du taux de corrélation implique que les entreprises fortement rentables font moins appel à l'endettement et inversement. Ce qui coïncide avec les propos de la théorie des financements hiérarchiques qui postule une préférence de la part des entreprises pour le financement interne tant que cela est possible.

- **LA CROISSANCE**

60% des entreprises de l'échantillon ont un taux de croissance inférieur à 10%. Parmi celles-ci, 17% déclarent avoir un taux d'endettement inférieur à 25%, 17% ont un taux compris entre 25 et 55%, et 26% ont un taux supérieur à 55%. Alors que les entreprises qui ont un taux de croissance supérieur à 30% représentent 17% l'échantillon. 14% d'entre eux ont un taux d'endettement compris entre 25 et 55%.

On déduit donc qu'il y a une dispersion des taux de croissance des entreprises sur les différents taux d'endettement. Ce qui nous permet de soupçonner une indépendance en ces deux variables.

Le tableau de corrélation confirme les résultats des tris croisés puisqu'il y a une très faible corrélation entre le taux d'endettement et le taux de croissance malgré le fait qu'ils varient dans le même sens. En outre, pour mesurer le degré de signification de la relation on va recourir au test de Khi-deux. Le Khi-deux calculé est de 11,277. Le Khi-deux lu sur la table statistique à 10 degré de liberté et à 5% de risque d'erreur est de l'ordre de 18,307. Ainsi, le χ^2 calculé est inférieur au χ^2 lu et par conséquent la relation entre les deux variables en question n'est pas significative.

L'hypothèse selon laquelle les entreprises caractérisées par une forte croissance de leur chiffre d'affaires seront plus endettée est donc rejetée.

- **LES GARANTIES**

La part de l'actif immobilisé dans l'actif total des entreprises de notre échantillon n'affecte pas le taux d'endettement. En effet 27 % des entreprises ont déclaré avoir une part assez importante de l'actif immobilisé dans l'actif total (un taux compris entre 25 et 50%) et pourtant elles représentent un taux d'endettement faible (inférieur à 25%). D'un autre côté, 10% des entreprises de notre échantillon ont une part de l'actif immobilisé faible (inférieure à 25%) et un taux d'endettement élevé (supérieur à 55%).

Le tableau de corrélation fait ressortir une faible corrélation entre la part de l'actif immobilisé dans l'actif total de l'entreprise et le taux d'endettement.(9,4%).

Si l'on se réfère au tableau de Khi-deux le χ^2 calculé est égale à 8,634 alors que le χ^2 lu sur la table (à 4 degré de liberté et à 5% de risque d'erreur) est de 9,488. Ce qui fait que le χ^2 calculé est inférieur au χ^2 lu. On en déduit donc que la relation entre les deux variables n'est pas significative.

Ainsi, la présence des garanties matérialisée par l'actif immobilisé ne constitue nullement un signal pour les bailleurs de fonds des entreprises de notre échantillon.

4.2.2 LE PROFIL DU PROPRIÉTAIRE-DIRIGEANT ET L'ENDETTEMENT

- **ATTITUDE DU DIRIGEANT VIS A VIS DU RISQUE**

On peut regrouper les attitudes des dirigeants vis à vis du risque en deux catégories : ceux qui sont prudents et ceux qui ne le sont pas. S'agissant des entreprises dont les dirigeants sont prudents, l'étude fait montrer que 90% de ces entreprises présentent des taux d'endettement inférieurs à 55% alors que seulement 3 (soit 10% de l'échantillon) affichent des taux supérieurs à 55%. D'autre part, les dirigeants qui ne sont pas avertis au risque recourent dans leur majorité à l'endettement avec des taux élevés (supérieurs à 55 %).

En outre, il y a une corrélation significative (62.1%) entre l'attitude vis à vis du risque et le taux d'endettement. Le signe négatif du coefficient montre que l'attitude vis à vis du risque influence négativement l'endettement.

L'analyse montre également un Khi-deux calculé égale à 15,453 alors que la table statistique montre un Khi-deux lu (avec un degré de liberté de 4 et un risque de 5%) égale à 9,488. Ainsi $\chi^2_{\text{calculé}} > \chi^2_{\text{lu}}$. Il en résulte que la relation entre les deux variables est significative.

Dans une perspective de risque de faillite les dirigeants averse au risque imposent à leurs entreprises des niveaux d'endettement faibles.

• OBJECTIFS DU DIRIGEANT

On a mis ici en relation l'objectif que s'assigne le propriétaire- dirigeant à son entreprise avec le taux d'endettement. S'agissant des dirigeants qui ont un objectif de croissance, on relève de ce tableau que 58% d'entre eux (7 parmi 12) imposent à leur entreprise un niveau d'endettement supérieur à 55%, alors que seulement 17% déclarent avoir un endettement inférieur à 25%. D'un autre côté, les dirigeants qui poursuivent un objectif de survie, déclare dans leur majorité avoir un taux d'endettement qui ne dépasse pas 55%. Et deux seulement d'entre eux ont un niveau d'endettement supérieur à ce taux.

Il est donc clair, que le niveau d'endettement varie selon l'objectif poursuivi par le dirigeant de l'entreprise. Pour confirmer la portée de ce résultat, on a fait appel au test de corrélation qui a indiqué qu'il y a une forte corrélation entre les deux variables et qui est de l'ordre de 82%.

Le test de Khi-deux a corroboré ce résultat. Le Khi-deux calculé est de 7,653 alors que le Khi-deux lu à 2 degré de liberté et à 5% de risque d'erreur est de 5.991. La comparaison entre les deux valeurs montre que $\chi^2_{\text{calculé}} > \chi^2_{\text{lu}}$. On en conclut que la relation entre les deux variables est significative.

Ainsi les dirigeants qui fixent à leurs entreprises un objectif de survie, imposent à leurs entreprises de faibles taux d'endettement pour limiter, entre autre, le risque de faillite. A contrario, ceux qui s'assignent un objectif de croissance font de plus en plus appel à l'endettement.

4.2.3 L'ENVIRONNEMENT FINANCIER ET L'ENDETTEMENT

• LES OPPORTUNITES DE CROISSANCE

L'étude montre que les entreprises qui ont de fortes opportunités de croissance font peu ou prou appel à l'endettement. En effet, parmi les 11 entreprises qui ont déclaré avoir des taux de croissance élevés, 8 (soit un taux de 73% de ces entreprises) présentent des taux d'endettement inférieurs à 25% et 3 (soi un taux de 27%) ont un taux compris entre 25 et 55% et aucune de ces entreprises n'a déclaré avoir un taux supérieur à 55 %. En contrepartie, les 9 entreprises de l'échantillon qui ont de faibles opportunités de croissance ont tous déclarées avoir un niveau d'endettement supérieur à 55%.

En outre, il y a une forte corrélation négative entre les opportunités de croissance et l'endettement qui est de l'ordre de 90%.

Le Khi-deux calculé est de 46,783. Le Khi-deux lu à 6 degré de liberté et à 5% de risque d'erreur est de 12,592. Il s'avère donc que le Khi-deux calculé est largement supérieur au Khi-deux lu et on en déduit que la relation entre les opportunités de croissance et l'endettement est significative.

Conformément à l'hypothèse émise, les résultats mettent en avance que les opportunités de croissance limitent le recours à l'endettement.. Ceci conforte donc la théorie du risque de sous- investissement de Myers : Les entreprises fortement endettées risquent de ne pas pouvoir saisir les opportunités d'investissement qui se présentent dans le futur. En conséquence, les entreprises disposant des opportunités de croissance importantes devraient être moins endettées que les autres.

• LA FISCALITE

A la lumière des résultats de l'analyse unidimensionnelle, la fiscalité n'est pas prise en considération dans le choix des moyens de financement par la majorité des entreprises (90%). Ceci s'explique dans la plupart des cas par le fait que l'impôt n'a pas d'impact sur le résultat à cause du faible niveau des bénéfices réalisés par ces entreprises.

- **PERCEPTION DE LA RELATION AVEC LA BANQUE**

Le tableau croisé montre qu'il y a une indépendance entre la qualité de la relation entretenue avec la banque et le taux d'endettement. A titre d'exemple, si l'on prend les entreprises qui sont satisfaites de leurs relations avec les banques, elles sont au nombre de 8 : quatre ont un taux d'endettement inférieur à 55% et quatre ont un taux supérieur à 55%. On trouve aussi des entreprises qui sont insatisfaites de leur relation avec la banque et qui présentent quand même un taux d'endettement élevé.

Si l'on se réfère au coefficient de corrélation, l'étude montre une très faible corrélation entre les deux variables qui est à l'ordre de 7%, ce qui corrobore l'indépendance totale entre le taux d'endettement et la qualité de la relation entretenue avec les banques.

Le tableau de Khi-deux indique un Khi-deux calculé qui est de l'ordre de 7,027. D'un autre côté la table de Khi-deux montre un Khi-deux lu (à 6 degrés de liberté et à 5 % de risque d'erreur) qui est de l'ordre de 12,592. Une simple comparaison des deux valeurs montre que $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{lu}}$ ce qui signifie que la relation entre les deux variables n'est pas significative.

L'hypothèse qui lie la qualité de la relation avec la banque au taux d'endettement est donc rejetée.

5 CONCLUSION

Au terme de ce travail portant sur l'observation et l'explication des comportements des entreprises en matière d'endettement, nous avons constaté que les entreprises étudiées se caractérisent généralement par de faibles niveaux d'endettement avec la prépondérance de l'endettement à court terme.

Devant ce constat et pour essayer d'expliquer pourquoi les entreprises recourent à l'endettement comme moyen de financement nous avons retenu certaines variables d'influence. Ces variables sont liées au profil du propriétaire-dirigeant, à l'environnement financier et aux caractéristiques des entreprises.

L'analyse des résultats a révélé que le comportement d'endettement des PME de notre échantillon est surtout lié à la rentabilité, aux opportunités de croissance dans le secteur et au profil du propriétaire-dirigeant.

Outre l'objectif d'enrichir l'état de la recherche sur l'endettement des PME marocaines, ce présent travail a aussi pour objet d'apporter des enseignements concrets et sur le plan de la théorie et sur le plan de la pratique.

Sur le plan théorique, cette recherche nous enseigne que pour comprendre le comportement d'endettement de la PME, il faut d'une part prendre en compte les caractéristiques propres de cette dernière qui font que l'endettement devient un enjeu particulier dans cette entité. Ces spécificités sont essentiellement : le contexte particulier du risque, l'asymétrie informationnelle et le rôle du propriétaire-dirigeant qui est la personne centrale au sein de la PME. D'autre part, il faut tenir compte de certaines variables comportementales relatives aux intervenants dans la décision d'endettement telles que les attitudes et les perceptions. Celles-ci se sont en effet avérées très significatives dans l'explication du comportement d'endettement.

En outre, nous avons démontré que ce ne sont pas les seules variables internes à l'entreprise qui conditionnent les décisions de financement. Les paramètres de l'environnement externe, tels que les opportunités de croissance au sein du secteur, sont aussi à prendre en compte.

D'un point de vue pratique, cette recherche montre que la PME marocaine ne doit pas considérer l'endettement comme un simple instrument de financement mais plutôt un instrument de gestion. Par exemple, la dette doit être utilisée en vue de :

- Réduire le montant de l'impôt à payer ;
- Minimiser les coûts de transaction ;
- Bénéficier de l'effet de levier financier.

En outre, on a déduit de cette recherche que les seules dettes bancaires auxquelles les PME ont accès sont les dettes à court terme alors que les dettes à long et moyen terme sont inaccessibles à ce type d'entreprises. Plusieurs raisons expliquent cette situation dont les plus importants sont l'existence d'asymétrie informationnelle et de coûts d'agence. L'existence d'information asymétrique découle du fait que le banquier ne peut observer le comportement du client une fois que le contrat de la dette a été signé. Ceci amène le banquier soit à exiger du promoteur une participation élevée dans le

financement du projet, soit un montant substantiel du collatéral. En conséquence, seules certaines entreprises bénéficient de ce mode de financement.

Les coûts d'agence découlent des prélèvements effectués par le dirigeant qui cherche à maximiser sa propre richesse et non celle de l'entreprise. Presque toutes les PME ne sont pas cotées au Maroc, par conséquent ce comportement n'est pas sanctionné par le marché. Anticipant cette attitude, le banquier refuse d'accorder des crédits ou en accorde à court terme pour contrôler le client.

Il faut donc installer un climat de confiance entre les banques et les PME pour que ces dernières puissent accéder aux dettes à long et moyen terme.

Enfin, cette recherche, en mettant en exergue l'insatisfaction des entreprises vis à vis de leurs banquiers, insiste sur la nécessité de développer des modalités de financement alternatives au financement bancaire notamment le développement de nouveaux instruments financiers au niveau de la Bourse au profit des petites structures, le capital-risque, etc.

REFERENCES

- [1] A. Riding et C. Swift, « Banking on technology: the environment for borrowing by small Canadian technology-based firms », *Journal of small business and entrepreneurship*, 1993.
- [2] Bernard Belletante et Nadine Levratto, « Finance et PME : quels champs pour quels enjeux ? », *Revue internationale P.M.E. : économie et gestion de la petite et moyenne entreprise*, vol. 8, n° 3-4, 1995, p. 5- 42.
- [3] D.J Storey, « Understanding the small business sector », *International Thomson business press*, Londre- Boston, 1994.
- [4] D. Laboureix et A. Laurin, « Le risque PME », *Bulletin de la Banque de France*, 4ème trimestre, Supplément Etudes, 1994.
- [5] G. Bissiriou, « La spécificité des besoins financiers des PME innovatrice », *Revue Française de Gestion*, n°73 , Mars- Avril-Mai,1989.
- [6] J.E. Stiglitz et A. Weiss, « Credit rationing in markets with imperfect information », *American Economic Review*, vol 71, n°3, 1981.
- [7] M. Psillaky, « Rationnement du crédit et PME : une tentative de mise en relation », *Revue Internationale P.M.E*, vol 8, n°34, 1995.
- [8] N. Levratto, « Le financement des PME par les banques : contraintes et limites de la coopération », *Revue Internationale PME* , vol 3, n°2, 1990.
- [9] P.A Julien et M. Marchesnay. M, « La petite entreprise », *Edition Vermette*, 1987.
- [10] S.Cieply , « Le financement bancaire des PME : l'apport des modèles de coopération interentreprises », dans Picory. C et Rowe. F, éd *Innovation et Organisation des PME*, Actes du deuxième Congrès International francophone de la PME , du 25 au 27 octobre 1995, Paris.
- [11] S.Holmes et P. Kent, « An empirical analysis of the financial structure of small and large australian manufacturing entreprises », *Journal of Small Business Finance*, Vol 1, Iss.2, PP.141-154, 1991.

First 3 cases of glycogen storage disease type 1b diagnosed in Morocco: genetic and clinical features

Ayoub AGLAGUEL¹, François PETIT², Naima EL HAFIDI³, Asmaa ESSOUIBA⁴, Norddine HABTI⁵, Ahmed Aziz BOUSFIHA⁴, Fatima AILAL⁴, and Houria ABDELGHAFAR¹

¹Laboratoire Biochimie, Environnement & Agroalimentaire, URAC 36 (LBEA), Faculté des Sciences et Techniques de Mohammedia, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc

²Laboratoire de génétique moléculaire, Service d'histologie-embryologie-cytogénétique, Hôpital Antoine Bécclère, GH Paris-Sud, AP-HP, France

³Hôpital d'Enfants, CHU Ibn Sina, Rabat, Maroc

⁴Unité d'Immunologie Clinique, Département de Pédiatrie, CHU Ibn Rochd, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc

⁵Laboratoire d'Hématologie, de Génie Génétique et Cellulaire, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Casablanca, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc

Copyright © 2016 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: *Purpose:* Glycogen storage disease type 1b (GSD1b) is a rare autosomal recessive metabolic defect of glycogenolysis and gluconeogenesis which results from a deficiency of the glucose-6-phosphate translocase. GSD 1b is characterized by chubby face, hypoglycemia, hyperlipidemia, hyperuricemia, hepatomegaly, nephromegaly and growth retardation. GSD1b patients also show neutropenia and/or neutrophil dysfunction that cause increased susceptibility to recurrent bacterial infections and inflammatory intestinal diseases. From 2010 to 2014, 3 cases of GSD1b were diagnosed in Morocco. The purpose of this paper is to report the clinical and genetic characteristics of those GSD1b patients.

Methods: We investigated the genetic, immunological and clinical features of 3 Moroccan patients with GSD1b from 3 unrelated kindreds.

Results: All patients experience chubby face, hepatomegaly, hypoglycemia, hypercholesterolemia / hypertriglyceridemia / hyperuricemia and failure to thrive. All cases suffered from recurrent bacterial and/or fungal infections due to neutropenia. The sequencing of *SLC37A4* gene showed the same mutation c.1042_1043delCT in the homozygous state. In the absence of treatment with recombinant human granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF), the evolution was marked by the death of two cases in an infectious context despite symptomatic and preventive treatment.

Conclusion: Further studies on a large cohort are required to determine the incidence and prevalence of the disease, and to improve the description of the genetic and clinical features of GSD1b patients in Morocco.

KEYWORDS: Glycogen storage disease type 1b, glucose-6-phosphate translocase, sequencing, *SLC37A4*, mutation.

1 INTRODUCTION

Glycogen storage disease type 1 (GSD1; OMIM 23.2200) is a group of rare autosomal recessive disorders characterized by hypoglycemia, hyperlipidemia, hyperuricemia, hepatomegaly, nephromegaly, hyperlactacidemia and growth retardation [1],[2]. GSD 1 is caused by inherited defects of the glucose-6-phosphatase (G6Pase) complex, which consists of at least 2 membrane proteins, glucose-6-phosphate transporter (G6PT), and glucose-6-phosphatase (G6Pase). This complex has a key

role in both glycogenolysis and gluconeogenesis, converting glucose-6-phosphate (G6P) to glucose [3]. In the liver and kidney - the tissues responsible for maintaining interprandial blood glucose homeostasis - G6P derived from glycogenolysis or gluconeogenesis, is conveyed through the endoplasmic reticulum (ER) membrane by the G6PT [4],[5]. In the ER lumen, G6P is hydrolyzed to glucose and released. Two enzymatically active G6P hydrolases are incorporated in the ER membrane with their active sites facing into the lumen: glucose-6-phosphatase- α (G6Pase- α or G6PC) and G6Pase- β (G6PC3) [6],[7]. G6Pase- β is expressed ubiquitously [8] while the expression of G6Pase- α is restricted to the liver, kidney and intestine [4],[5].

Deficiencies in G6Pase- α cause GSD1a (GSD1a; OMIM 232200) [4] and deficiencies in G6Pase- β cause a severe congenital neutropenia syndrome of unknown incidence [9].

Glycogen storage disease type 1b (GSD1b; OMIM 232220) is proposed to be caused by a defective G6PT protein (also known as SLC37A4). Neutropenia and/or neutrophil dysfunction is a characteristic hallmark of GSD1b. Patients with GSD1b are thus susceptible to recurrent bacterial infections, commonly involving the perirectal area, ears, skin, and urinary tract, although life-threatening infections, such as septicemia, pneumonia, and meningitis occur less frequently[4],[5],[10]. There are some studies which try to explain the neutropenia as well as the concomitant neutrophil dysfunction, which includes impaired chemotaxis, phagocytosis, and respiratory burst. However, the exact mechanism of immune deficiency in GSD1b remains unknown.

We describe here the genetic, biological and clinical features of the first 3 GSD1b patients diagnosed in Morocco, revealed by neutropenia.

2 PATIENTS AND METHODS

2.1 SUBJECTS

The study was conducted in accordance with the Helsinki Declaration, with informed consent obtained from the patient's family. Patients were recruited at the Clinical Immunology Unit (CIU) in Casablanca and the Department of Pediatrics of Rabat Children's Hospital, between 2010 and 2014. The main investigations in biochemistry were: glycemia, cholesterolemia, triglyceridemia, uricemia, and ASAT/ALAT. The immune profile included: cell blood count, lymphocyte numeration, quantitative immunoglobulins, and NBT test. The others laboratory analysis were: histological analysis of liver biopsy, blood culture, and urine culture.

The clinical diagnosis of GSD1b was based on chubby face, biological hallmarks (hypoglycemia, hyperlipidemia and hyperuricemia), hepatomegaly, histopathological findings, and the history of recurrent infections due to neutropenia.

2.2 MOLECULAR ANALYSIS

We sequenced the *SLC37A4* gene for all patients and their parents to confirm the diagnosis. Genomic DNA was isolated from leukocytes using Maxwell 16 Blood DNA purification kit (Promega, Charbonnières, France), according to the manufacturer's instructions. All nine coding exons and flanking intron-exon boundaries of *SLC37A4* gene (reference sequence NM_001467) were amplified via the polymerase chain reaction (PCR) using the GoTaq G2 Hot Start (Promega). The primers and conditions used for PCR amplification are available upon request. Amplicons were checked by electrophoresis in a 1 % agarose gel and cleaned up using Wizard SV Gel and PCR Clean-Up system (Promega). PCR products were sequenced by dideoxynucleotide termination, with the BigDye Terminator kit V1.1 (Life Technologies, Courtaboeuf, France) with the same primers. Electrophoresis was performed on the ABIPrism 3130 genetic analyser (Life Technologies). The raw data were then analyzed with SeqScape v2.5 software (Life Technologies) to be compared to the reference sequence.

3 RESULTS

3.1 MOROCCAN GSD1B CASES

GSD1b, which combines a metabolic and immune disorder, belongs to the group of congenital neutropenia (CN) and it is therefore a primary immunodeficiency (PID). From 1998 until December 2014, a total of 502 patients with PIDs were registered, including 59 cases of CN. In our series of CN, 3 cases of GSD1b were diagnosed. The clinical manifestations, biological profile and outcomes of our three cases of GSD1b are presented in table 1.

Table 1. Summary of clinical and biological findings in the 3 affected children.

	Patient N°1	Patient N°2	Patient N°3
Sex/Parental origin	M/Morocco	M/Morocco	M/Morocco
Consanguinity	3 rd degree	1 st degree	1 st degree
Age at diagnosis	8 Mo	8 Mo	6 Mo
Age at onset	1.5 Mo	2 Mo	1 Mo
Chubby face	+	+	+
Infections	Recurrent respiratory infections	Neonatal sepsis, recurrent respiratory infections, urinary tract infection	Recurrent ear infections, multiple abscesses, urinary tract infection
Hypoglycemia	+ (0.03 mmol/L)	+ (1.33 mmol/L)	+ (1.67 mmol/L)
Hypertriglyceridemia/Hypercholesterolemia	+ (8.12 mmol/L) / + (5.76 mmol/L)	+ (13.02 mmol/L) / + (6.54 mmol/L)	ND
Hyperuricemia	ND	+ (571.1 μ mol/L)	ND
Neutropenia	+ (0.75-1 $\times$ 10 ⁹ /L)	+ (0.29 $\times$ 10 ⁹ /L)	+ (0.17-0.62 $\times$ 10 ⁹ /L)
Immune profile	Normal	Normal	Normal
Others	Liver biopsy: compatible aspect with GSD.	Urine Culture: <i>Candida albicans</i> and <i>Candida dubliniensis</i> . Blood culture: <i>Enterobacter cloacae</i> and <i>Klebsiella pneumonia</i> . Liver biopsy: compatible aspect with GSD.	Urine culture: <i>Klebsiella pneumonia</i> .
Outcome	Deceased, age 10 Mo	Deceased, age 12 Mo	Alive, age 2.5 Y

M male, Mo month, + present, ND not done, GSD glycogen storage disease, Y year

3.2 MUTATION ANALYSIS

The molecular analysis showed a homozygosity for the mutation c.1042_1043delCT in all three cases. The parents of all patients carry the same mutation in the heterozygous state.

4 DISCUSSION

GSD1b is an autosomal recessive disorder classified as an inborn error of glycogen metabolism. It occurs because G6PT does not function properly due to a mutation in the gene that encodes it. During periods of hypoglycemia, the liver releases glucose into the blood by breaking-down glycogen. Breakdown of glycogen occurs in steps that require many enzymes and other proteins. One of these steps involves the G6P, a precursor of glucose, to move from the cell's cytoplasm into the ER. Normally, G6P is transported by the protein G6PT, but since patients with GSD 1b have a defective G6PT, G6P stays in the cell's cytoplasm and it is not converted into glucose [4],[11]. Hence, many of the body's processes lack energy and are impaired.

Most patients experience the following dominant symptoms: chubby face, hepatomegaly, hypoglycemia, failure to thrive, hypercholesterolemia / hypertriglyceridemia / hyperuricemia [12],[13], nephrohypertrophy, delayed psychomotor development, osteopenia [14], [15], recurrent infections due to neutropenia and/or neutrophil impairment, and inflammatory bowel disease [16], [17].

Neutropenia and neutrophil dysfunction are found in 95 % of cases with GSD1b and can arise late in the evolution [16], [17],[18], unlike our three patients where neutropenia and the recurrent infections were the mode of revelation. This was not described in the literature and represented a factor of delay diagnosis besides the rarity of this pathology making that the pediatricians do not think of it.

GSD1b has an incidence of 1 in 500,000 [4],[5]. Like all PID, GSD1b is underdiagnosed in the world, and especially in low-income countries. In our series, the PID prevalence observed is 0.81/100,000 inhabitants [19], which is largely below prevalence observed in France (5.56/100,000) or Australia (5.6/100,000) [20], [21]. Among 512 cases of PID registered in Morocco since 1988, only 3 patients were diagnosed with GSD1b. The high rate of consanguinity in Morocco, estimated at 15.25% in general population, suggest high incidence of autosomal recessive genetic disorders [22]. In a recent study, we estimated that 27,852 patients should harbor a PID in Morocco in 2011, and around 3,300 new cases should be diagnosed each year [23]. The small number of PID and particularly GSD 1b in Morocco can be explained by the lack of awareness observed in our medical community, the lack of facilities in certain regions, delay in diagnosis, difficulties to access to care and the early death.

In all three cases, we found the same mutation c.1042_1043delCT. This deletion, that affects the exon 8, was firstly described by Veiga-da-Cunha M et al. in 1998 [24]. Molecular heterogeneity is extreme but several mutations predominate and vary according to the population: c.1042_1043delCT and c.1015G>T (p.Gly339Cys) are the most common in the Caucasian population, where they represent nearly half of the G6PT alleles, and the c.352T>C (p.Try118Arg) mutation is present in nearly 40% of the Japanese G6PT alleles [12]. To date, 91 mutations were identified for *SLC37A4* gene (Resource of Asian Primary Immunodeficiency Disease, http://web16.kazusa.or.jp/rapid/mutation?pid_id=AGID_160). No correlation was found between individual mutations and the absence of neutropenia, bacterial infections and systemic complications [25].

The family of the 2nd case benefited from a prenatal genetic diagnosis, done via amniocentesis in the 11th week of amenorrhea. The test showed that the fetus carries the mutation in the heterozygous state.

Since there is no data available concerning GSD1b in Morocco, our goal is also to share our experience with all physicians especially pediatricians. Because of lack of awareness, the first patient died without clinical diagnosis aside from the result of liver biopsy that showed a compatible aspect with glycogen storage disease. The second patient presented also all the clinical and biological hallmarks of GSD1b, however the clinical diagnosis was made before the liver biopsy. The third patient was suspected of GSD1b as soon as he was admitted. After biological analysis, we confirmed the diagnosis genetically without using liver biopsy. So, if the pediatrician is sensitized to GSD1b, he could make the diagnosis of GSD1b with basic well-chosen laboratory analysis. The genetic confirmation could also spare GSD1b patients the trauma of liver biopsy.

The main goal of treatment is to maintain appropriate blood glucose levels while still avoiding the excess storage of glycogen. Glucose concentrations can be maintained with a diet based on frequent meals and nocturnal gastric drip-feeding. Biochemical and growth parameters showed significant improvements after the introduction of dietary therapy [26],[27]. Treatment with granulocyte colony stimulating factor (G-CSF) and granulocyte macrophage colony stimulating factor (GM-CSF) increases the level of neutrophils, reduces the incidence of infections and has improved the quality of life of patients with GSD1b. Defects in neutrophil chemotaxis and intracellular bacterial killing have been described and appear to be corrected by the use of G-CSF [28],[29]. In the absence of available G-CSF and GM-CSF for our patients, a continuous anti-infective prophylactic treatment is established with antibiotics accumulated into neutrophils (co-trimoxazole, clindamycin, rifampicin). Nevertheless, secondary infections to neutropenia caused the death of two patients.

5 CONCLUSION

GSD1b, unknown in our context as all PID, is a rare autosomal recessive metabolic disease. All our patients showed the typical clinical features and biological hallmarks of GSD1b and carry the same deletion c.1042_1043delCT. We also showed a large delay in diagnosis in our series. Further studies on a large cohort are needed to determine the true incidence and prevalence of the disease and find out whether there are more common mutations among Moroccan GSD1b patients.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would particularly like to thank the patients and their families, whose trust, support, and cooperation were essential for the collection of the data used in this study. The authors would also like to thank the HAJAR association (<http://www.hajar-maroc.org>) and the Moroccan Society for Primary Immunodeficiencies (<http://www.pid-moroccansociety.org>) for their helpful support.

COMPLIANCE WITH ETHICS GUIDELINES

CONFLICT OF INTEREST:

Ayoub Aglaguel, François Petit, Naima El Hafidi, Asmaa Essouiba, Norddine Habti, Ahmed Aziz Bousfiha, Fatima Ailal, and Houria Abdelghaffar declare that they have no conflict of interest.

INFORMED CONSENT:

All procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional and national) and with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2000 (5). Informed consent was obtained from all patients included in the study.

REFERENCES

- [1] M. Veiga-da-Cunha, I. Gerin, E. Van Schaftingen, "How many forms of glycogen storage disease type I?," *European Journal of Pediatrics*, vol. 59, pp. 314-318, 2000.
- [2] R. Froissart, M. Piraud, A. M. Boudjemline et al., "Glucose-6-phosphatase deficiency," *Orphanet Journal of Rare Diseases*, pp. 6-27, 2011.
- [3] E. Van Schaftingen, I. Gerin, "The glucose-6-phosphatase system," *Biochemical Journal*, vol. 362, pp. 513-532, 2002.
- [4] J. Y. Chou, D. Matern, B. C. Mansfield, Y. T. Chen, "Type I glycogen storage diseases: disorders of the glucose-6-phosphatase complex," *Current Molecular Medicine*, vol. 2, pp. 121-143, 2002.
- [5] Chou, J. Y., and Mansfield, B. C., *Glucose-6-phosphate transporter: the key to glycogen storage disease type 1b*. In S. Broer, and C.A. Wagner (Eds.), *Membrane Transporter Diseases*, New York: Springer, pp. 191-205, 2003.
- [6] C. J. Pan, K. J. Lei, B. Annabi, W. Hemrika, J. Y. Chou, "Transmembrane topology of glucose-6-phosphatase," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 273, pp. 6144-6148, 1998.
- [7] A. Ghosh, J. J. Shieh, C. J. Pan, M. S. Sun, J. Y. Chou, "The catalytic center of glucose-6-phosphatase: His176 is the nucleophile forming the phosphohistidine-enzyme intermediate during catalysis," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 277, pp. 32837-32842, 2002.
- [8] A. Ghosh, J. J. Shieh, C. J. Pan, J. Y. Chou, "Histidine-167 is the phosphate acceptor in glucose-6-phosphatase- β forming a phosphohistidine-enzyme intermediate during catalysis," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 279, pp.12479-12483, 2004.
- [9] K. Boztug, G. Appaswamy, A. Ashikov et al., "A syndrome with congenital neutropenia and mutations in G6PC3," *New England Journal of Medicine*, vol. 360, pp. 32-43, 2009.
- [10] J. J. Shieh, C. J. Pan, B. C. Mansfield, J. Y. Chou, "Glucose-6-phosphate hydrolase, widely expressed outside the liver, can explain age-dependent resolution of hypoglycemia in glycogen storage disease type Ia," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 278, pp. 47098-47103, 2003.
- [11] W. J. Arion, B. K. Wallin, P. W. Carlson, A. J. Lange, "The specificity of glucose 6-phosphatase of intact liver microsomes," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 247, pp. 2558-2565, 1972.
- [12] D. Matern, H. H. Seydewitz, D. Bali, C. Lang, Y. T. Chen, "Glycogen storage disease type I: Diagnosis and phenotype/genotype correlation," *European Journal of Pediatrics*, vol. 161(Suppl.1), pp. 10-19, 2002.
- [13] J. P. Rake, G. Visser, P. Labrune, J. V. Leonard, K. Ullrich, G. P. Smit, "Glycogen storage disease type I: diagnosis, management, clinical course and outcome. Results of the European Study on Glycogen Storage Disease Type I (ESGSD I)," *European Journal of Pediatrics*, vol. 161(Suppl.1), pp. 20-34, 2002.
- [14] P. J. Lee, J. V. Patel, M. Fewtrell, J. V. Leonard, N. J. Bishop, "Bone mineralisation in type 1 glycogen storage disease," *European Journal of Pediatrics*, vol. 154, pp. 483-487, 1995.
- [15] J. M. Nuoffer, P. E. Mullis, U. N. Wiesmann, "Treatment with low-dose diazoxide in two growth-retarded prepubertal girls with glycogen storage disease type Ia resulted in catch-up growth," *Journal of Inherited Metabolic Disease*, vol. 20, pp. 790-798, 1997.
- [16] G. Visser, J. P. Rake, J. Fernandes et al., "Neutropenia, neutrophil dysfunction, and inflammatory bowel disease in glycogen storage disease type 1b: results of the European Study on Glycogen Storage Disease type I," *Journal of Pediatrics*, vol. 17, pp. 187-191, 2000.
- [17] B. K. Dieckgraefe, J. R. Korzenik, A. Husain, L. Dieruf, "Association of glycogen storage disease 1b and Crohn disease: results of a North American survey," *European Journal of Pediatrics*, vol. 161(Suppl.1), pp. 88-92, 2002.

- [18] D. Melis, G. Parenti, R. Della Casa et al., "Crohn's like ileo-colitis in patients affected by glycogen storage disease Ib: two years' follow-up of patients with a wide spectrum of gastrointestinal signs," *Acta Paediatrica*, vol. 92, pp. 1415-1421, 2003.
- [19] A. A. Bousfiha, L. Jeddane, N. El Hafidi et al., "First report on the Moroccan registry of primary immunodeficiencies: 15 years of experience (1998-2012)," *Journal of Clinical Immunology*, vol. 34, no. 4, pp. 459-68, 2014.
- [20] CEREDIH: The French PID study group, "The French national registry of primary immunodeficiency diseases," *Clinical Immunology*, vol. 135, pp. 264-72, 2010.
- [21] P. Kirkpatrick, S. Riminton, "Primary immunodeficiency diseases in Australia and New Zealand," *Journal of Clinical Immunology*, vol. 27, pp. 517-24, 2007.
- [22] I. C. Jaouad, S. C. Elalaoui, A. Sbiti, F. Elkerh, L. Belmahi, A. Sefiani, "Consanguineous marriages in Morocco and the consequence for the incidence of autosomal recessive disorders," *Journal of Biosocial Science*, vol. 41, no. 5, pp. 575-81, 2009.
- [23] A. A. Bousfiha, L. Jeddane, F. Ailal et al., "Primary immunodeficiency diseases worldwide: more common than generally thought," *Journal of Clinical Immunology*, vol. 33, no. 1, pp. 1-7, 2013.
- [24] M. Veiga-da-Cunha, I. Gerin, Y. T. Chen et al., "A Gene on Chromosome 11q23 Coding for a Putative Glucose- 6- Phosphate Translocase Is Mutated in Glycogen-Storage Disease Types Ib and Ic," *American Journal of Human Genetics*, vol. 63, no. 4, pp. 976-983, 1998.
- [25] J. Y. Chou, H. S. Jun, B. C. Mansfield, "Neutropenia in type Ib glycogen storage disease," *Current Opinion in Hematology*, vol. 17, pp. 36-42, 2010.
- [26] D. D. Koeberl, P. S. Kishnani, Y. T. Chen, "Glycogen storage disease type I and II: treatment updates," *Journal of Inherited Metabolic Disease*, vol. 30, pp. 159-164, 2007.
- [27] J. I. Wolfsdorf, I. A. Holm, D. A. Weinstein, "Glycogen storage diseases. Phenotypic, genetic, and biochemical characteristics, and therapy," *Endocrinology Metabolism Clinics of North America*, vol. 28, pp. 801-823, 1999.
- [28] G. Visser, J. P. Rake, P. Labrune et al., "Granulocyte colony-stimulating factor in glycogen storage disease type 1b. Results of the European Study on Glycogen Storage Disease Type 1," *European Journal of Pediatrics*, vol. 161 (Suppl 1), pp. 83-87, 2002.
- [29] S. Calderwood, L. Kilpatrick, S. D. Douglas et al., "Recombinant human granulocyte colonystimulating factor therapy for patients with neutropenia and/or neutrophil dysfunction secondary to glycogen storage disease type 1b," *Blood*, vol. 97, pp. 376-382, 2001.

Propriétés physiques des graines du cumin (*Cuminum cyminum*) dans la réserve de biosphère des oasis du Maroc

[Physical properties of cumin seeds (*Cuminum cyminum*) in biosphere reserve oasis of Morocco]

M. Abdellaoui¹, A. Alaoui², and L. El Rhaffari³

¹Equipe de Recherche, Développement, Environnement et santé,
Faculté des Sciences et Techniques Errachidia - Université Moulay Ismail,
BP 509, Boutalamine, 52000 Errachidia, Maroc

²Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet,
BP 17, Rue de marche verte, 52000 Errachidia, Maroc

³Equipe de Recherche, Développement, Environnement et santé,
Faculté des Sciences et Techniques Errachidia - Université Moulay Ismail,
BP 509, Boutalamine, 52000 Errachidia, Maroc

Copyright © 2016 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: Upon completion of this study, the physical properties of cumin seeds (*Cuminum cyminum*) were determined and their applications were also discussed in order to expand knowledge on this species and provide useful data for seed technology processing. The physical properties were evaluated for four cumin genotypes coming the oasis environment and foreign variety used as control. The studied properties are the axial dimensions, arithmetic diameter, geometric diameter, sphericity index, surface area, bulk density and thousand grain weight. The study revealed a variability between cumin genotypes for all physical properties measured with superiority of oasian genotypes G₂ and G₄ falling under localities of Afrou and Boudib respectively. The average for three characteristic dimensions, the length, width and thickness of cumin seeds evaluated ranges from 5.07 to 6.18 mm, 1.46 to 1.76 mm and 0.76 to 0.95 mm respectively. The average arithmetic diameter, the average geometric diameter, the average surface area and the average sphericity index are between 2.44 and 2.96 mm, 1.80 mm and 2.16, 9.83 and 13.91 mm², 0.35 and 0.36 respectively. The mean bulk density ranges from 0.37 and 0.52 g/ml while the thousand grain weight is between 3.33 and 4.67 g.

KEYWORDS: seed, cumin, physical properties, oasis, Morocco.

RÉSUMÉ: Au terme de cette étude, les propriétés physiques des graines du cumin (*Cuminum cyminum*) ont été déterminées et leurs applications ont également été discutées en vue d'élargir les connaissances sur cette espèce et fournir les données utiles pour le traitement technologique des graines. Les propriétés physiques ont été évaluées pour 4 génotypes du cumin issus du milieu oasien et une variété étrangère utilisée comme témoin. Les propriétés étudiées sont les dimensions axiales, le diamètre arithmétique, le diamètre géométrique, l'indice de sphéricité, la surface de la graine, la densité en vrac et le PMG. L'étude a révélé une variabilité entre les génotypes du cumin pour l'ensemble des propriétés physiques mesurées avec une supériorité des génotypes oasiens G₂ et G₄ relevant des localités d'Afrou et Boudib respectivement. La moyenne pour les trois dimensions caractéristiques, la longueur, la largeur et l'épaisseur des graines du cumin évaluées varie de 5,07 à 6,18 mm, de 1,46 à 1,76 mm et de 0,76 à 0,95 mm respectivement. Le diamètre arithmétique moyen, le diamètre géométrique moyen, la surface moyenne et l'indice de sphéricité moyen se situent entre 2,44 et 2,96 mm ; 1,80 et 2,16 mm ; 9,83 et 13,91

mm²; 0,35 et 0,36 respectivement. La densité en vrac moyenne oscille entre 0,37 et 0,52 g/ml tandis que le poids de mille graines est compris entre 3,33 et 4,67 g.

MOTS-CLEFS: Graine, cumin, propriétés physiques, oasis, Maroc.

1 INTRODUCTION

Le cumin (*Cuminum cyminum* L.) est une plante herbacée de la famille des ombellifères [1] qui est généralement utilisé comme épice classique pour améliorer le goût et la saveur des aliments [2]. En effet, il est devenu indispensable dans l'art culinaire dans le monde entier. Son usage pour assaisonner les plats de viande, le riz, la soupe, les ragoûts, le couscous, le fromage, le pain, les biscuits et les gâteaux est très répandu [3]. Les graines du cumin constituent une source riche en huile essentielle (3-4%) [4], [5], en composés phytochimiques [6], [7], en éléments minéraux, en protéines, en acides gras et en vitamines [8]. Les fruits du cumin sont souvent employés en médecine traditionnelle en tant que stimulants, carminatives, astringents [9], stomachiques, diurétiques, emménagogues, antispasmodiques [10] et anti diarrhéiques [11]. Egalement, le cumin a été rapporté avoir de nombreuses propriétés pharmacologiques [12], [13], [14], [2]. Bien que les graines du cumin ont fait l'objet de plusieurs études sur la composition chimique, les propriétés thérapeutiques, médicinales, nutritives et aromatiques, peu de recherche scientifique est consacrée à leurs propriétés physiques qui s'avèrent nécessaires à prendre en compte pour améliorer la technologie associée aux différentes opérations et équipements liés aux processus post-récolte tels que le nettoyage, le tri, le transport, la ventilation, le séchage et le stockage [15], [16], [17] surtout au sein des oasis où la main d'œuvre devient de plus en plus rare. D'ailleurs, le procédé traditionnel de la récolte du cumin en milieu oasien marocain passe par une série d'opération. D'abord, les plantes sont enlevées entièrement à partir du sol au début du mois de Mai et séchées dans un endroit ensoleillé. Ensuite, les graines du cumin sont battues avec des bâtons et séchées à l'ombre sur des nattes en osier. Après, elles sont soumises à un vannage en les secouant dans un panier traditionnel pour enlever les impuretés. Ce sont généralement les femmes qui s'occupent de ces opérations qui ne sont pas seulement dures et consommatrices en temps mais aussi onéreuses. En effet, L'amélioration de ces méthodes à l'aide des appareils appropriés peut être développée si les propriétés physiques sont connues.

Récemment, beaucoup de recherches scientifiques sur les propriétés physiques ont été rapportées par plusieurs auteurs sur différentes types de graines, tels que le pois de pigeon (*Cajanus cajan*) [18], le millet (*Pennisetum gabienense*) [19], la vesce (*Vicia sativa* L.) [20], le sésame (*Sesamum indicum* L.) [21], le maïs éclaté (*Zea mays*) [22], le carthame (*Carthamus tinctorius* L.) [23], la coriandre (*Coriandrum sativum* L.) [24], le lin (*Linum usitatissimum* L.) [25], le pistache (*Pistacia vera*) [26], l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Barbunia) [27], la sauge "chia" (*Salvia hispanica* L.) [28], le Tung (*Aleutites fordii*) [29], le Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) [30], l'orge (*Hordeum vulgare* L.) [17]. Cependant, aucun travail semble avoir été effectué sur les propriétés physiques des graines du cumin issues du contexte oasien marocain.

Le présent travail vise essentiellement à déterminer les propriétés physiques des graines des populations locales du cumin provenant des communes rurales de la zone d'Alnif qui abrite plus de 90 % de la superficie emblavée par cette culture au niveau des oasis du Tafilalet (Maroc). Ceci peut contribuer également à la connaissance des ressources phytogénétiques du cumin dont dispose le milieu oasien et qui sont cruciales pour assurer les moyens d'existence à un grand nombre de familles rurales dépendante de l'agriculture.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Le lot des graines étudiées est constitué de cinq génotype du cumin composés de quatre populations locales issues de 3 communes rurales relevant de la zone oasienne d'Alnif (Alnif, M'Cissi et Hssiya) et une variété étrangère utilisée comme témoin (**Tableau 1**). Avant de déterminer les caractéristiques physiques, les graines du cumin ont été nettoyées manuellement pour éliminer toutes les matières étrangères telles que la poussière, la saleté, les pierres et pailles ainsi que les graines immatures et cassées. Par la suite, elles ont été emballées dans des boîtes hermétiques en plastique et conservées au laboratoire à la température ambiante.

Tableau 1 : sites de collecte des graines

Génotypes	Localité d'origine	Commune rurale
G1	Takacha	Hssiya
G2	Afrou	Hssiya
G3	Taaouilite	Alnif
G4	Boudib	M'Cissi
Témoin	Inde	-

2.1 LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Pour déterminer la taille et la forme des graines du cumin, 100 graines de chaque génotype étudié ont été choisies au hasard dans un lot en vrac. Pour chaque graine individuelle, trois dimensions axiales principales : la longueur (L), la largeur (l) et l'épaisseur (e) ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse (Modèle : Sunrise ; 15 cm de long) avec une précision de lecture de $\pm 0,1$ mm (Fig 1). La connaissance de ces dimensions axiales, ont permis de déterminer d'autres paramètres caractéristiques des graines à l'aide des relations ci-après :

*Le diamètre arithmétique (Da) et le diamètre géométrique (Dg) ont été déterminés à l'aide des formules suivantes [31], [32]:

$$Da = \frac{L+l+e}{3} \quad Dg = \sqrt[3]{L \times l \times e}$$

*L'indice de sphéricité (IS) a été calculé selon la formule suivante [31]:

$$IS = \frac{\sqrt[3]{L \times l \times e}}{L} \quad \text{où } L = \text{longueur, } l = \text{largeur et } e = \text{épaisseur}$$

*La surface de la graine a été calculée à partir de la formule suivante [33]

$$S = \frac{\pi L^2 \sqrt{l \times e}}{2L - \sqrt{l \times e}}$$

Le poids de mille graines a été déterminé suivant la méthode décrite par [28]. Trois sous-échantillons composés chacun de cents graines ont été prélevés au hasard à partir de l'échantillon en vrac de chaque génotype du cumin étudié puis pesés en utilisant une balance électronique de précision (0,001 g). Ensuite, multiplié par 10 pour donner la masse de 1000 graines.

La densité en vrac (ρ_v) qui est définie comme étant le rapport de la masse des graines sur leur volume total, a été déterminée en utilisant la méthode du poids [34]. Un récipient vide de 250 ml est d'abord rempli de graines puis pesé. Le poids des graines est obtenu par soustraction du poids du récipient vide du poids total. Pour obtenir une densité en vrac uniforme le récipient rempli de graine a été secoué 10 fois. Le volume occupé est alors enregistré. Le processus a été répété quatre fois et la densité en vrac pour chaque répétition a été calculée selon la relation suivante : $\rho_v = \frac{m}{V}$ où m : Poids des graines (g) et V : Volume du récipient (ml)

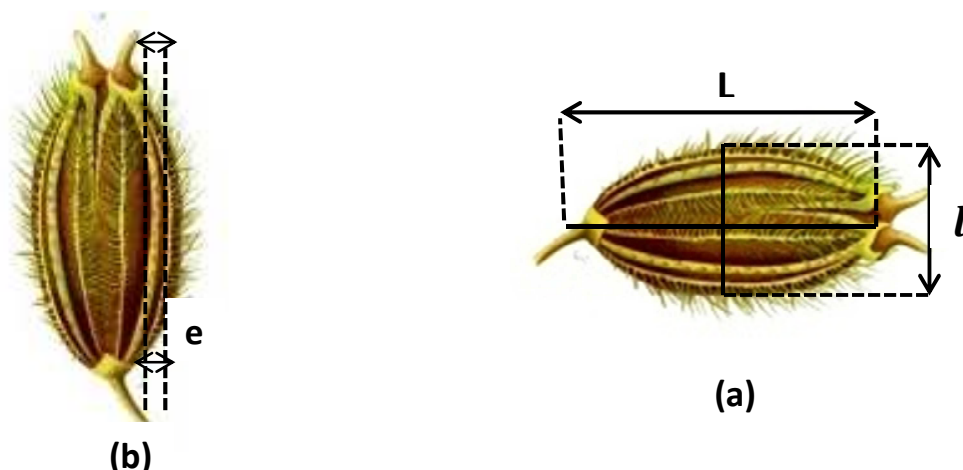


Fig 1 : Schéma des trois principales dimensions axiales du cumin : longueur (L), Largeur (l), Epaisseur (e), (a) vue de face, (b) vue de côté

2.2 ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses statistiques des données ont été effectuées pour l'analyse de la variance et la comparaison multiple des moyennes au moyen du logiciel SPSS pour Windows version 10.0.5. La nature des relations entre les variables a été déterminée par l'analyse des corrélations.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

3.1.1 LES DIMENSIONS AXIALES

Les dimensions axiales des graines analysées par génotype sont présentées dans la **figure 2**. Il ressort de cette figure que les longueurs moyennes des graines varient de 5,07 à 6,18 mm, les largeurs moyennes de 1,46 à 1,76 mm et les épaisseurs moyennes de 0,76 à 0,95 mm. Par ailleurs, l'analyse statistique a révélé des différences très hautement significatives entre les génotypes du cumin pour l'ensemble des dimensions axiales étudiées. Généralement, le génotype local G_2 issu de l'Oasis d'Afrou est significativement plus longue, plus épaisse et plus large en comparaison aux autres génotypes évalués. Il a présenté des dimensions moyennes de 6,18 mm de long, 1,74 mm de large et 0,95 mm d'épaisseur avec des augmentations de 21,89 %, 18,75 % et 19,18 % respectivement par rapport au témoin. Les travaux de [34] ont montré que la longueur des graines du cumin oscille entre 5,14 à 5,58 mm, la largeur entre 1,33 à 1,55 mm et l'épaisseur entre 0,97 et 1,05 mm tandis que [35] ont indiqué que la longueur moyenne, la largeur et l'épaisseur sont de l'ordre de 5,61, 1,77 et 1,55 mm respectivement. Ces différences observées peuvent s'expliquer par une diversité génétique au sein des graines étudiées. D'ailleurs plusieurs auteurs ont montré que les propriétés physiques d'une graine varient en fonction de la teneur d'humidité, la variété et le lieu de provenance [36], [30], [22]. Les génotypes G_2 et G_3 issus du milieu oasien présentent des dimensions plus élevées que les graines de sésame et la sauge "chia" [21], [28] et inférieures à celles de l'orge [17]. En outre, l'intérêt de ces caractéristiques dimensionnelles des graines dans les différents procédés de séparation, de triage et de conditionnement a été rapporté par plusieurs auteurs [27], [16].

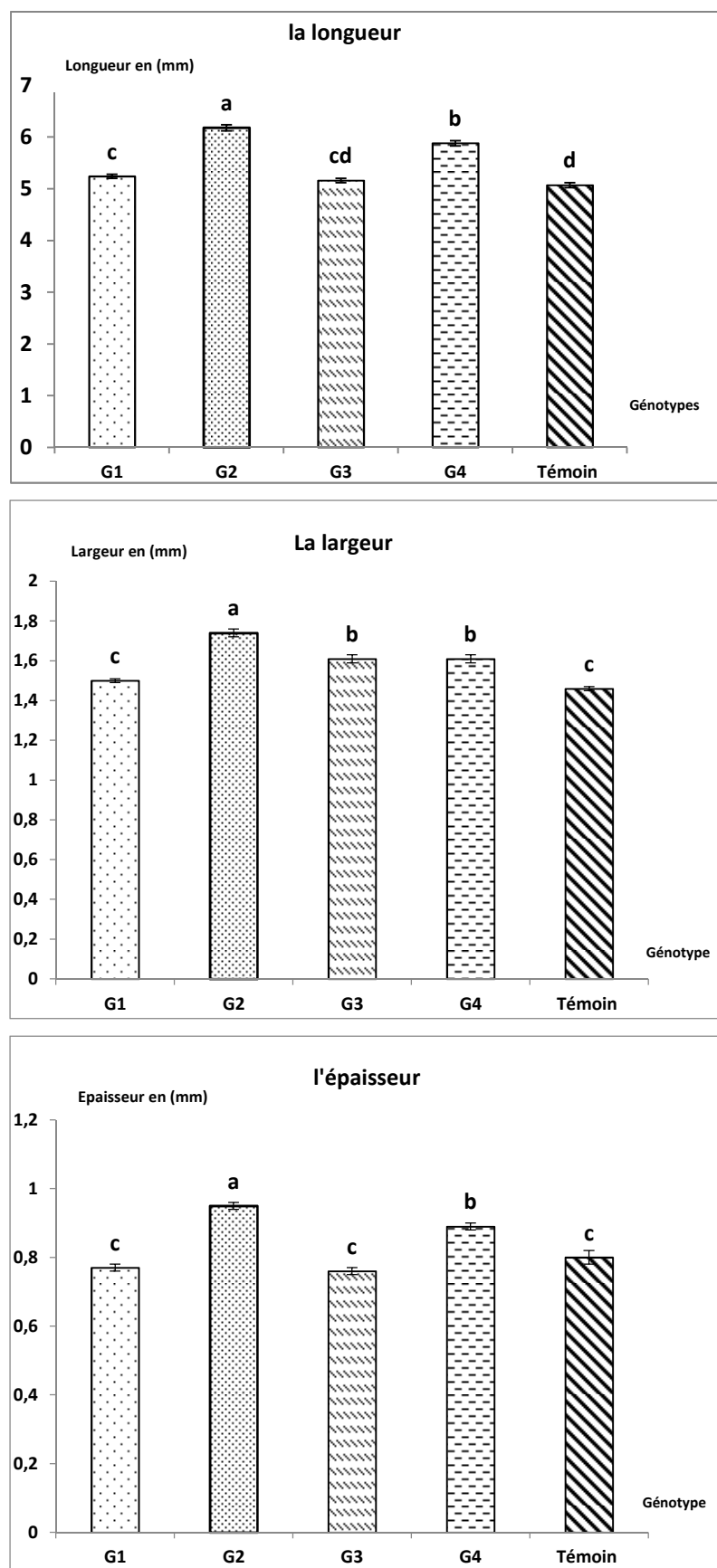


Fig 2 : Principales dimensions axiales des graines des génotypes du cumin évalués

3.1.2 LES PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES ET GRAVIMÉTRIQUES

L'évaluation des propriétés physiques a montré une variabilité entre les géotypes du cumin pour le diamètre arithmétique, le diamètre géométrique, l'indice de sphéricité, la surface de la graine, la densité en vrac et le PMG (**Tableau 2**).

Le diamètre arithmétique moyen est compris entre 2,44 et 2,96 mm, Le diamètre géométrique moyen entre 1,80 et 2,16 et la surface moyenne entre 9,83 et 13,91 mm². Cependant, le géotype G₂ originaire de la localité d'Afrou s'est distingué par sa supériorité en comparaison aux autres géotypes testés. Aussi, l'ensemble des géotypes oasiens présentent des propriétés géométriques qui dépassent celles du témoin. Des tendances similaires ont été rapportées dans la littérature par [34] pour ces mêmes paramètres.

L'indice de sphéricité moyen se situe dans l'intervalle de 0,35 à 0,36. Ceci renseigne sur la faible tendance de la forme des graines du cumin testées vers une sphère. Egalement, le diamètre géométrique inférieur à la longueur est une indication de la forme non sphérique des graines et une confirmation de leur allongement. Toutefois, Le géotype G₃ issu de l'oasis Taaouilite et le témoin sont plus sphériques que les autres géotypes. En effet, la sphéricité est importante pour déduire la forme de la graine et la conception du dispositif de transport et d'autres équipements de stockage. D'ailleurs, plusieurs auteurs ont rapporté qu'une sphéricité élevée des graines leur permet de rouler plutôt que de glisser pendant le processus de transport [37], [28].

La densité en vrac moyenne se situe dans l'intervalle de 0,37 et 0,52 g/ml. Le témoin s'est caractérisé par la densité en vrac la plus élevée suivi des géotypes oasiens G₁, G₃ et G₄ provenant des zones de Takacha, Taaouilite et Boudib respectivement. Ces valeurs sont dans la même gamme que celle rapportée dans la littérature pour les graines du cumin [35] et inférieures à celles des graines de sésame, la sauge, le lin et le millet [21], [28], [25], [19]. La densité en vrac est un paramètre essentiel dans la détermination de la capacité du stockage et le matériel de manutention des graines [28], [38].

Le poids de mille graines varie de 3,33 à 4,67 g. Les graines du cumin issues de la localité de Takacha sont significativement plus légères que celles d'Afrou et Boudib (P=0,004). Celles-ci présentent des PMG qui se situent dans le même intervalle rapporté par [35] et supérieurs à ceux signalés par plusieurs auteurs [34],[39]. Le PMG demeure nécessaire pour une conception appropriée des appareilles de nettoyage à force aérodynamique [28], [40], [41].

Tableau 2 : Les propriétés géométriques et gravimétriques des graines des géotypes du cumin étudiés

Géotypes	Propriétés géométriques				Propriétés gravimétriques	
	Diamètre arithmétique moyen (mm)	Diamètre Géométrique moyen (mm)	Indice de sphéricité moyen	Surface moyenne de la graine (mm ²)	Densité en vrac (g/ml)	PMG (g)
G1	2,50± 0,01c	1,81 ±0,01c	0,34± 0,002b	9,83± 0,15c	0,42 ± b	3,33 ± 0,33b
G2	2,96± 0,02a	2,16 ±0,02a	0,35± 0,003ab	13,91± 0,25a	0,37 ± c	4,67 ± 0,33a
G3	2,51± 0,01c	1,84 ±0,01c	0,36 ±0,002a	10,06 ± 0,16c	0,44 ± b	4,00 ± 0,00ab
G4	2,80± 0,02b	2,03 ±0,01b	0,34 ±0,002b	12,36 ± 0,19b	0,42 ± b	4,67 ± 0,33a
Témoin	2,44± 0,02d	1,80 ±0,01c	0,36 ±0,004a	9,63 ± 0,17c	0,52 ± a	4,00 ± 0,00ab

Les valeurs qui sont suivies de la même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5%

3.2 CORRELATION ENTRE LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES GRAINES DU CUMIN EVALUEES

La matrice de corrélation illustrée au **tableau 3** met en évidence qu'une corrélation positive et hautement significative ($p = 0,01$; $r = 0,960$) est observée entre la longueur moyenne et l'épaisseur moyenne. Autrement dit, les géotypes du cumin ayant présentés les graines les plus longues sont également les plus épaisses notamment les géotypes G₂ et G₄ relevant des localités d'Afrou et Boudib respectivement. Par contre, il n'y a pas de corrélation significative entre la longueur moyenne et la largeur ($p = 0,074$; $r = 0,842$). Par ailleurs, la longueur moyenne, la largeur et l'épaisseur sont significativement liées au diamètre moyen arithmétique, le diamètre moyen géométrique et la surface moyenne d'une graine. Ce ci traduit l'effet positifs des dimensions axiales sur certaines propriétés géométriques. D'un autre côté, l'indice de sphéricité, la densité apparente et le PMG ont présenté une liaison non significative avec les autres variables mesurés. Il ressort de tout ce qui précède que les graines des géotypes oasiennes G₂ et G₄ les plus longues sont les plus larges, les plus épaisses, avec des diamètres arithmétique et géométrique les plus élevés et aussi la plus grande surface.

Tableau 3 : corrélation entre les principales caractéristiques physiques des graines du cumin évaluées.

	Longueur	Largeur	Epaisseur	Diamètre arithmétique	Diamètre géométrique	Indice de sphéricité	Surface	Densité apparente	PMG
Longueur	1	0,842	0,960**	0,997**	0,989**	-0,451	0,991**	-0,781	0,795
Largeur	0,842	1	0,751	0,880*	0,889*	-0,091	0,883*	-0,822	0,725
Epaisseur	0,960**	0,751	1	0,956*	0,966**	-0,303	0,967**	-0,592	0,853
Diamètre arithmétique	0,997**	0,880*	0,956*	1	0,997**	-0,387	0,998**	-0,785	0,817
Diamètre géométrique	0,989**	0,889*	0,966**	0,997**	1	-0,313	1,000**	-0,749	0,845
Indice de sphéricité	-0,451	-0,091	-0,303	-0,387	-0,313	1	-0,330	0,550	0,000
Surface	0,991**	0,883*	0,967**	0,998**	1,000**	-0,330	1	-0,756	0,834
Densité apparente	-0,781	-0,822	-0,592	-0,785	-0,749	0,550	-0,756	1	-0,350
PMG	0,795	0,725	0,853	0,817	0,845	0,000	0,834	-0,350	1

** la corrélation est significative au niveau 0.01 * la corrélation est significative au niveau 0.05

4 CONCLUSION

L'étude réalisée nous a permis de caractériser sur le plan physique les graines du cumin provenant du milieu oasien. Les géotypes étudiés sont très variables en taille, en propriétés géométriques et gravimétriques. Ces différences observées pourraient s'expliquer par une diversité génétique au sein des graines étudiées. Cette variabilité génétique mérite d'être examinée et exploitée dans les programmes d'améliorations variétales. Généralement, les géotypes G₂ et G₄ issus des localités d'Afrou et Boudib respectivement affichent une supériorité pour l'ensemble des paramètres mesurés en comparaison aux autres géotypes évalués. Aussi, cette étude nous a permis d'élargir les connaissances sur le cumin oasien et fournir des données utiles pour le traitement technologique des graines ce qui peut, sans doute, contribuer d'une part à la valorisation du potentiel de production et d'autre part à résoudre la rareté de la main d'œuvre en milieu oasien. D'autres études doivent être menées pour étudier les caractères agro morphologiques dans la perspective d'identifier parmi ces géotypes oasiens, ceux qui ont une valeur agronomique intéressante.

REFERENCES

- [1] L. Bézanger-Beauquesne, M. Pinkas, M. Torck, Les plantes dans la thérapeutique moderne. 2^{ème} édition, Maloine (éd.), Paris., pp. 469, 1986.
- [2] H. Hajlaoui, H. Mighri, E. Noumi, M. Snoussi, N. Trabelsi, R. Ksouri, A. Bakhrouf, Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil : a high effectiveness against *Vibrio* spp. strains. Food Chem Toxicol 48(8–9), pp.2186–2192, 2010.
- [3] T.K. Lim, *Cuminum cyminum*. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Fruits, Volume 5. Springer Science + Business Media Dordrecht. DOI 10.1007/978-94-007-5653-3_3, 2013.
- [4] A. El-Hamidi, SS. Ahmed, The content and composition of some Umbelliferous essential oils. Pharmazie 21, pp. 438–439, 1966.
- [5] KHC. Baser, M. Kurkcuglu, T. Ozek, Composition of the Turkish cumin seed oil. J Essent Oil Res 4(2), pp 133–138, 1992.
- [6] K. Sahana, S. Nagarajan, LJM. Rao Cumin (*Cuminum cyminum* L) seed volatile oil: chemistry and role in health and disease. In : Preedy VR, Watson RR, Patel VB (eds) Nuts and seeds in health and disease prevention. Academic Press, London, pp. 417–427, 2011.
- [7] B. Shan, Y. Z. Cai, M. Sun, H. Corke, Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, pp. 7749–7759, 2005.
- [8] USDA, Agricultural Research Service. USDA National nutrient database for standard reference, release 25. Nutrient Data, 2012.
- [9] V. Ani, M. C. Varadaraj, K. A. Naidu, Antioxidant and antibacterial activities of polyphenolic compounds from bitter cumin (*Cuminum nigrum* L.). European Food Research and Technology, 224, pp.109–115, 2006.
- [10] M. Jalali-Heravi, B. Zekavat, H. Sereshti, Use of gas chromatography mass spectrometry combined with resolution methods to characterize the essential oil components of Iranian cumin and caraway. Journal of Chromatography A, 1143, pp.215–226, 2007.
- [11] P. Hashemi, M. Shamizadeh, A. Badiei, A. R.Ghiasvand, K. Azizi, Study of the essential oil composition of cumin seeds by an amino ethyl-functionalized nanoporous SPME fiber. Chromatographia, 70, pp.1147–1151, 2009.
- [12] T. Allahghadri, I. Rasooli, P. Owlia, M. J. Nadooshan, T. Ghazanfari, M. Taghizadeh, Antimicrobial property,

- antioxidant capacity, and cytotoxicity of essential oil from cumin produced in Iran. *Journal of Food Science*, 75 (2), pp.H54-H61, 2010.
- [13] I. Bettaieb, S. Bourgou, W.A. Wannes, I. Hamrouni, F. Limam, B. Marzouk, Essential oils, phenolics, and antioxidant activities of different parts of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *J Agric Food Chem* 58 (19), pp. 10410–10418, 2010.
- [14] D.S. Gagandeep, E. Méndiz, A.R. Rao, R.K. Kale, Chemopreventive effects of *Cuminum cyminum* in chemically induced forestomach and uterine cervix tumors in murine model systems. *Nutr Cancer* 47(2), pp. 171–180, 2003.
- [15] A. Sessiz, R. Esgici, S. Kızıl, Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis ssp.*) fruit. *J. Food Eng.*, 79, pp.1426-1431, 2007.
- [16] W.K. Solomon, A.D. Zewdu, Moisture-dependent physical properties of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed. *Ind. Crop. Prod.*, 29, pp.165-170, 2009.
- [17] C.A. Sologubika, L.A. Campanone, A.M. Pagano, M.C. Gely, Effect of moisture content on some physical properties of barley. *Industrial Crops and Products*. 43, pp.762– 767, 2013.
- [18] E.A. Baryeh, B.K. Mangope, Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. *Journal of Food Engineering*. 56, pp. 59–65. 2002.
- [19] E.A. Baryeh, Some physical properties of Millet. *Journal of Food Engineering*. 51, pp. 39–46, 2002.
- [20] I. Yalçın, O. Ozarslan, Physical Properties of Vetch Seed. *Biosystems Engineering*. 88 (4), pp.507–512, 2004.
- [21] T.Y. Tunde-Akintunde, B.O. Akintunde, Some physical properties of Sesame seed. *Biosyst. Eng.* 88, pp.127–129, 2004.
- [22] E. Karababa, Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering*. 72, pp.100–107, 2006
- [23] E. Baumler, A. Cuniberti, S.M. Nolasco, I.C. Riccobene, Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *J. Food Eng.* 72, pp.134–140, 2006
- [24] Y. Coskuner, E. Karababa, Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). *J. Food Eng.* 80, pp. 408–416, 2007.
- [25] Y. Coskuner, E. Karababa, Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Food Eng.* 78, pp.1067–1073, 2007.
- [26] S.M.A. Razavi, B. Emadzadeh, A. Rafe, A. Mohammad Amini, The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety : Part I. Geometrical properties. *Journal of Food Engineering*. 81, pp.209–217, 2007.
- [27] M. Cetin, Physical properties of barbutia bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Barbutia) seed. *Journal of Food Engineering*. 80, pp.353–358, 2007.
- [28] V.Y. Ixtainaa, S.M. Nolascoa, M.C. Tomas, Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial crops and products*. 28, pp. 286–293, 2008.
- [29] V. Sharma, L. Das, R.C. Pradhan, S.N. Naik, N. Bhatnagar, R.S. Kureel, Physical properties of tung seed: Industrial oil yielding crop. *Industrial Crops and Products*. 33, pp. 440–444, 2011.
- [30] N.A. Aviara, P.P. Power, T. Abbas, Moisture-dependent physical properties of Moringa oleifera seed relevant in bulk handling and mechanical processing. *Industrial Crops and Products*. 42, pp. 96–104, 2013.
- [31] N.N. Mohsenin, Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1970.
- [32] D. C. Joshi, S. K. Das, R. K. Mukherjee, Physical properties of pumpkin seeds. *J Agric Eng Res*, 54, pp.219-229, 1993.
- [33] A. Tabatabaefar, Moisture-dependent physical properties of wheat. *Inter Agrophysic*, 17, pp. 207-211, 2003.
- [34] K. Mollazade, H. Ahmadi, J. Khorshidi, A. Rajabipour, S.S. Mohtasebi, Moisture-dependent physical and mechanical properties of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seed. *Int J Agric et Biol Eng*. Vol. 2 No.2, 2009.
- [35] K.K. Singh, T.K. Goswami, Physical properties of Cumin seed. *J. Agric. Eng. Res.* 64, pp. 93–98, 1996.
- [36] K. Koura, P.I.G. Ouidoh, P. Azokpota, J.C. Ganglo, D.J., Hounhouigan, Caractérisation physique et composition chimique des graines de Parkia biglobosa (Jacq) en usage au Nord Bénin. *Journal of Applied Biosciences*. 75, pp.6232– 6238, 2014.
- [37] S.M. Mpotokwane, E. Gaditlhatlhelwe, A. Sebaka, V.A. Jideani, Physical properties of Bambara groundnuts from Botswana. *J. Food Eng.*, 89, pp. 93-98, 2008.
- [38] K.J. Simonyan, Y.D. Yiljep, O.B. Oyatoyan, G.S. Bawa, Effects of moisture content on some physical properties of Lablab purple (L.) sweet seeds. *Agri-cultural Engineering International: The CIGR e-Journal XI*, manuscript 1279, 2009.
- [39] S. Alinian, J. Razmjoo, Phenological, yield, essential oil yield and oil content of cumin accessions as affected by irrigation regimes. *Industrial Crops and Products*. 54, pp.167–174, 2014.
- [40] S.M.T. Gharibzadeh, V. Etemad, J. Mirarab-Razi, M. Foshat, Study of some engineering attributes of pine nut (*Pinus pinea*) to design of processing equipment. *Research in Agricultural Engineering* 56 (3), pp.99-106, 2010.
- [41] M. Shakeri, R. Khodabakhshian, The physical attributes of safflower seed as a function of moisture content, variety and size. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 14 (3), article 06, 2011.

VALIDITE DES MESURES PREVENTIVES CONTRE LES RISQUES PROFESSIONNELS DANS LES USINES DE LA GECAMINES / LUBUMBASHI / RDC

[VALIDITY OF THE PRECAUTIONARY MEASURES AGAINST THE OCCUPATIONAL HAZARDS IN THE FACTORIES OF THE GECAMINES / LUBUMBASHI / DRC]

Johnny KASONGO BWANGA

Assistant à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'Université de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article aims at adequacy between preventive measures and occupational hazards in factories of Gecamines in Lubumbashi from 2010 to 2014.

It is based on data collected through interviews with workers and foremen, our own extended observation in workshops and on statistics issued by the company. The processing of these data was based on the chi-square test. The main results of this investigation show wearing proper equipment (gloves, boots, overalls, scarf, mask, glasses adapted, etc.) and compliance with foremen's directives, significantly reduce occupational hazards in factories.

KEYWORDS: validity, preventive measures, professional risks.

RESUME: Cet article vise à examiner l'adéquation entre les mesures de prévention et risques professionnels dans les usines de la Gécamines-Lubumbashi en RDC, durant la période allant de 2010 à 2014. Il est basé sur les données recueillies par le questionnaire dit d'administration indirecte, que nous avons adressés aux agents et aux contremaîtres, notre propre observation prolongée dans les ateliers ainsi que sur les statistiques émises par l'entreprise. Le traitement de ces données a été effectué grâce au test du chi-carré. Les principaux résultats de cette enquête montrent que, le port d'un équipement adéquat (gants, bottes, combinaisons, foulard, masque, lunettes adaptées, etc.) ainsi que le fait d'observer strictement les directives des contremaîtres, réduisent considérablement les risques professionnels dans les usines.

MOTS-CLEFS: la validité, les mesures préventives, les risques professionnel, la Gécamines, Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

En psychologie, expliciter une problématique consiste à imaginer des faits observables qui peuvent rendre compte des mécanismes observables, non observables, disent Fernandez, Calteew et Pediniell cités par Lavarde A.M. (2008, p.144).

C'est dans cette perspective que nous avons effectué une descente sur le terrain, pour nous rendre compte du problème. Ainsi du 20 octobre au 06 décembre 2012, nous avons visité les usines de la Gécamines /Lubumbashi. Le but poursuivi était d'observer comment le travail s'effectue dans ces usines et si la validité des mesures préventives contre les risques professionnels (accidents de travail et maladies professionnelles) est de mise, comme les disent Jacques .P et Jean M. (2014, P.18), pour qu'un risque engage une dynamique d'évolution, il est nécessaire qu'un élément déclencheur soit activé (cause). Les risques professionnels qu'on a pu constater sont les suivants :

L'écrasement des doigts, Fractures et blessures graves, les bavures dans les yeux, l'amputation des mains ou des bras, les brûlures, l'électrocution qui entraîne de fois la mort, et les incendies.

Comme mesures préventives contre ces risques professionnels dans les ateliers; il y a des écrits comme « vos yeux sont précieux, protégez-les », « vos mains sont précieuses protégez-les », c'est-à-dire le port des gants, des lunettes adaptées, des salopettes, des cache-nez, des casques, des masques, des bottes adaptées. A cela s'ajoutent le respect du mode opératoire (notice), et l'interdiction de ne pas porter les habits flottants (la tenue non ergonomique). Il convient d'ajouter la tenue des réunions de cinq minutes chaque jour dans chaque atelier que l'on dénomme: cinq minutes de sécurité. Durant ces réunions, les contremaîtres définissent les tâches journalières. Et ceux qui y prennent part, sont les chefs des sections. A leur tour, quand ils sont sur le lieu du travail, ils expliquent à leurs subordonnés les activités à réaliser et les dispositions préventives à réaliser.

De ce qui précède, nous avons constaté bien qu'aussi les risques professionnels que quelques mesures préventives existent dans les usines de la Gécamines/Lubumbashi. C'est pourquoi nous nous sommes posé la question suivante :

Les mesures préventives mises en place par la Gécamines/Lubumbashi dans ses usines sont-ils valides par rapport aux risques professionnels encourus par les agents dans les ateliers ?

Un travail ne peut être considéré comme une variable de recherche s'il ne se structure autour d'une ou de plusieurs hypothèses. Pourquoi une hypothèse? Parce qu'elle traduit par la définition cet esprit de découverte qui caractérise tout travail scientifique. Elle est fondée sur une réflexion théorique et sur une connaissance préparatoire du phénomène étudié, elle se présente comme une présomption non gratuite portant sur le comportement des objets réels étudiés (Quivy et Van Campenhoudt, 2008, p.118).

Dans cette étude, nous partons de l'hypothèse selon laquelle : les agents des ateliers (mécanique, électronique, électricité, chaudronnerie, garage, menuiserie) de la Gécamines/Lubumbashi porteraient de l'équipement adéquat (gants, bottes, salopettes, cache-nez, masques, lunettes adaptées, etc) , respecteraient le mode opératoire (notice) dans les ateliers et respecteraient les directives données (les comportements à observer dans les ateliers pour éviter les risques professionnels). Voilà le nœud de cette menée sur le terrain.

Les objectifs de cette étude sont les suivantes :

- Vérifier si les mesures préventives contre les risques professionnels sont valides ;
- Voir les rôles de l'équipement adéquat, du respect du mode opératoire, et des directives de contre-maîtres sur les risques professionnels.

Le choix et l'intérêt que nous accordons à ce sujet est de :

- o Montrer aux agents qu'en premier lieu, ils doivent se sécuriser eux-mêmes au travail en portant l'équipement et assimilant les directives des contremaîtres et surtout en respectant le mode opératoire ;
- o Servir aux chercheurs, cette étude comme un cadre de référence ;
- o Permettre aux responsables de la Gécamines, de prendre ou de renforcer les mesures préventives à tous les niveaux.

Notre recherche scientifique se situe dans le domaine de la sécurité au travail où nous voulons vérifier la validité des mesures préventives contre les risques professionnels.

2 CONSIDERATIONS CONCEPTUELLES

2.1 DEFINITIONS DES CONCEPTS

La précision du sens des mots contenus dans notre sujet de recherche, est une étape importante, car elle permet à nos lecteurs de saisir le contexte de leur utilisation .Ainsi, nous voulons leur permettre d'éviter toute ambiguïté dans la compréhension exacte des termes utilisés afin d'avoir le même entendement que nous. Ces concepts sont : validité, mesure, mesure préventive et risque professionnel.

a. Validité

Doron et Parot (2011, p.744) soutiennent que la validité d'un test, ou d'un instrument d'observation psychologique est le résultat final d'un ensemble des procédures de validation établissant la correspondance entre les réponses d'individus à ce test et les caractéristiques psychologiques inférées à partir de ces réponses.

Pour Bartram (1994, p.87), la validité renvoie à la pertinence et à la possibilité de justifier les affirmations que l'on peut faire à partir des scores à un test, elle concerne également les éléments dont on dispose pour justifier les inférences que l'on peut faire à partir des scores à un test ».

A ce qui nous concerne, la validité est sans doute « le degré avec lequel un test mesure ce qu'il prétend mesurer ». Cette définition générale est correcte, mais imprécise et incite souvent à poser une question trop générale telle que : Est – ce que ce test est valide ? Il n'y a pas vraiment de réponse à une question ainsi posée.

Certes, les définitions du terme validité ne sont pas limitées. Elles trouvent différents sens selon les auteurs. La validité d'une recherche se décompose en différents types de validité préconisés par Yin (cité par Ayerbe et Missonier, 2007, p.39), dont notamment, la validité interne, la validité externe des résultats et la validité différentielle.

❖ La validité interne

Pour Gingras (2007), la validité interne est l'aptitude d'une technique ou d'un instrument à saisir de façon pure et entière les manifestations concrètes correspondant à un concept.

Mais, LeCompte et Goetz cité par Ayerbe et Missonier (2007, p.40) indiquent que la validité interne est souvent considérée comme une force des recherches qualitatives, dans la mesure où elle est censée assurer une interrelation forte entre les observations empiriques et les concepts théoriques.

Elle s'occupe de la question de savoir si, dans le cadre d'une recherche, la variable indépendante a véritablement un effet sur la variable dépendante (Aebi, 2006, p.120).

Pour notre étude, il nous paraît, donc, nécessaire de définir la variable indépendante et la variable dépendante. Par variable indépendante, nous entendons la variable sur laquelle le chercheur manipule ce dont il voudrait voir les effets.

La variable dépendante est celle sur laquelle s'exercent les effets du traitement expérimental. Pour ce qui est de notre recherche, seule la variable indépendante nous intéresse, parce qu'elle nous permet de voir si les mesures préventives permettent de réduire sensiblement les risques professionnels à la Gécamines/Lubumbashi.

❖ La validité externe

Elle cherche à établir s'il est possible de généraliser les résultats d'une recherche, Aebi (2006, p. 120), Ayerbe et Missonier, 2007, p.41). Il s'agit de savoir si ces résultats seraient les mêmes dans d'autres contextes. Nous pouvons le découvrir en observant les mesures préventives proportionnellement à la déduction des risques professionnels.

Pour Robert Hogan, De Fruyt et Rolland (2006, p.249), la majorité des recherches portant sur la validité (externe critérielle) a été menée à partir de méta-analyses qui permettent de combiner les résultats de nombreuses études particulières et d'en dégager les tendances générales.

❖ La validité différentielle

Elle n'est pas un type de validité, mais une caractéristique de celle-ci. La validité peut varier selon le contexte, ainsi les sondages des mesures préventives contre les risques professionnels semblent peu valides lorsque l'échantillon est composé de travailleurs qui des ateliers que ceux qui sont dehors (M. F. Aebi, 2006, p.120).

De ces trois validités, seule la validité interne trouve une place privilégiée dans notre travail, parce qu'elle nous permet, grâce à sa variable indépendante de savoir si les mesures préventives permettent de réduire sensiblement les risques professionnels à la Gécamines /Lubumbashi.

b. Mesure

Pour Lavarde (2008, p.232), mesure vient du verbe mesurer, et mesurer des données de recherche, c'est savoir les transformer en variables et se doter d'une méthode adaptée à leur traitement. La nature du traitement statistique des données de recherche dépend avant tout des objectifs recherchés.

Aujourd'hui, on entend par mesure, tout processus qui permet d'assigner des nombres à des objectifs en respectant et en représentant certaines de leurs propriétés, Parrot (2011).

Pour nous, le mot mesure est, en effet, une disposition, un moyen à prendre d'urgence, c'est-à-dire une précaution retenue, adaptée à une personne pour atteindre un objectif ou un but visé.

➤ Mesures préventives

Avant de parler des mesures préventives, il sied de définir la prévention qui est selon Yves (2004) « une intervention correctrice qu'une entreprise exerce sur sa propre organisation, en vue de diminuer les risques professionnels ».

Les mesures préventives visent à éliminer ou à réduire les risques découverts. Dans l'ordre de préférence, des méthodes d'intervention qu'il convient ordinairement d'adapter à :

- Éliminer la cause du danger ;
- Circonscrire la source du danger : utiliser des dispositifs de protection des machines ;
- Réviser les procédures de travail ;
- Limiter l'exposition.

c. Risque

Selon Lorino et Mottis (2008, p.239), « un risque est la possibilité qui se réalise des conditions où se produisent des événements empêchant le projet d'atteindre un ou plusieurs de ses objectifs ».

Pour Kouabenan D.R (2007, P.22) le risque est la possibilité qu'un événement ou une situation entraîne des conséquences négatives dans des conditions déterminées, ou plus succinctement.

Quant à nous, un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en exposition à un danger.

Le risque est différent du danger. Ce dernier est toute source potentielle de dommage, de préjudice ou des effets nocifs à l'égard d'une personne dans certaines conditions dans le milieu de travail.

▪ Définition du niveau de risque

Le niveau du risque est, selon Elie Cohen (1997, p.308), une incitation du seuil ou de degré de tolérance à l'égard des mesures nécessaires et des détails d'exécutions jugés acceptables. A cela s'ajoute le risque qui correspond à un fait imprévisible ou au moins incertain, susceptible d'affecter les membres, le patrimoine, l'activité de l'entreprise et de modifier son patrimoine et résultats.

C'est ainsi que nous énumérons les risques suivants (WorkCover NSW, 2014) :

Risques très faibles : ces risques sont considérés acceptables. Aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire autre que s'assurer que les mesures de contrôle demeurent en place ;

Risques faibles : aucune autre mesure de maîtrise n'est nécessaire à moins qu'il soit possible de mettre en œuvre une mesure qui demande peu de temps, d'argent et d'efforts. On attribue une faible priorité aux mesures visant à réduire davantage ces risques.

Risques modérés : envisager de diminuer le risque, s'il y a lieu, à un niveau tolérable et de préférence à un niveau acceptable, tout en tenant compte des coûts de mise en place d'autres mesures ;

Risques élevés : des effets importants doivent être déployés pour réduire le risque. Des mesures visant à réduire le risque doivent être mises en œuvre de toute urgence dans une période de temps définie ;

Risques très élevés : ces risques sont inacceptables. Des améliorations importantes concernant les mesures de maîtrise des risques sont nécessaires de manière à réduire le risque à un niveau tolérable ou acceptable. Source : Hazpak : Making your work place safer.

▪ Prévention et couverture des risques

L'identification des menaces peut permettre de développer des efforts visant à réduire l'exposition au risque et, parfois, à son élimination pure et simple. Ainsi, en matière individuelle, la mise en place de dispositifs d'épuration des eaux usées ou des rejets gazeux a permis d'éliminer ou au moins de réduire les risques de sinistres coûteux pour l'environnement, mais également pour leurs auteurs.

Les dépenses financières sont à éviter dans l'assistance des sinistres. Cependant, cette protection contre les effets ne dispose pas d'une action sur les causes, (Cohen, 1997, p.308, 309).

▪ Risques professionnels

Conformément aux textes législatifs et réglementaires de la sécurité sociale, les risques professionnels constituent les dangers que courent les travailleurs dans l'accomplissement de ses leurs obligations professionnelles et des maladies professionnelles qui constituent habituellement ces dangers.

Le risque professionnel a deux notions qui lui sont sous-jacentes ; ce sont la notion de maladie professionnelle et de l'accident au travail. Et selon ces notions, le risque professionnel est le fait qu'une personne dans le cours et par le fait de l'exécution d'un contrat de louage de services, d'apprentissage, est exposée à subir un accident ou de contracter une maladie.

2.2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Etant donné la subtilité et la complexité du thème abordé, nous ne pouvons guère nous prévaloir de dire que nous sommes le premier à avoir parlé de ce thème, où tant d'autres chercheurs ont déjà publié des thèmes analogues sous d'autres horizons.

Pour ce faire, nous nous faisons le devoir de commencer par :

- L'Association des industries de Belgique, organisation de la sécurité (2009) : les auteurs de cet ouvrage souligne que, résoudre un problème d'organisation de la sécurité dans une entreprise n'est pas chose aisée. Ainsi, la création d'un esprit de sécurité dans une entreprise, avec comme corolaire la réduction sensible du nombre d'accidents du travail, ne pourra se faire que par l'application d'un programme de propagande et de formation à la sécurité, continue et judicieuse.
- Boisselier et Boué (2005), montrent la façon dont l'entreprise essaie d'alléger la souffrance des victimes des accidents du travail par un rapport des moyens matériels. Malgré tout cet appui, l'entreprise est toujours incapable de d'éliminer ou d'alléger la douleur physique supportée par la victime.
- Leplat et Cuny (1974) font une rétrospective des accidents du travail qui surviennent dans une industrie donnée. Qui plus est, ils nous montrent comment ces accidents se produisent, leurs causes et différents moyens pour y remédier.

Nous pouvons dire que notre étude se situe dans l'optique de nos prédécesseurs, dans la mesure où elle parle des risques professionnels. Toutefois, elle s'en démarque du fait qu'elle porte sur la validité des mesures préventives contre les risques professionnels. Nous voulons savoir si les mesures préventives permettent de réduire sensiblement les risques professionnels, ou si elles sont insuffisantes par rapport aux taux des risques professionnels. En suit savoir si les mesures sont suivies par les travailleurs dans les usines de la GECAMINES/LUBUMBASHI, pour permettre que les risques soient réduits de façon sensible.

3 CONSIRATIONS METHODOLOGIQUES

Dans cette partie de notre étude nous présentons notre champ d'investigation, population et l'échantillon.

3.1 ATELIERS DES USINES DE LA GECAMINES/LUBUMBASHI

Notre étude a été menée les six ateliers regroupés dans les usines de la Gécamines/Lubumbashi, et les ateliers sont les suivants :

- Mécanique ;
- Electronique ;
- Electricité ;
- Chaudronnerie ;
- Garage ;
- Menuiserie. Où nous nous sommes intéressé aux conditions de travail des agents, voir quels sont les risques professionnels auxquels ils sont exposés.

3.2 ECHANTILLONNAGE

➤ La population

Notre population était de 80 agents, regroupés en catégories suivantes : 10 directeurs, 4 cadres, 15 agents de maitrises, 20 agents de classe 4 et 31 agents de classe.

➤ L'échantillon

Pour ce qui est de notre travail, nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage aléatoire, où tous les agents avaient la chance d'être choisis. Et nous avons tiré 47 sujets comme échantillon sur 80 sujets qui constituent la population, dont 2 sont des cadres, 6 sont des directeurs, 8 sont des agents de maitrises, 11 sont des classes, 4 et 20 sont des classes 5 à 8.

3.3 LES INSTRUMENTS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

- ✓ Nous recouru à la méthode d'enquête, parce qu'elle nous a permis d'entrer en contact directe avec les enquêtés, comme le souligne Lavarde.A.M (2008, pp.146-147), la méthode d'enquête est une procédure de recherche caractérisée par les techniques diversifiées quant à la collecte des données : questionnaire, entretien, etc.
- ✓ Pour notre recherche scientifique, nous avons utilisé la technique documentaire et la technique de questionnaire dit d'administration indirecte, parce qu'au moment de notre enquête, nous trouvions les employés toujours occupés, et ils n'avaient même pas le temps d'écrire, seulement un peu de temps pour répondre à nos questions. Et notre questionnaire, était constitué des questions ouvertes et des questions fermées, etc. Par question ouverte, nous entendons une question où l'on sollicite de l'enquêté la réponse avec ses propres mots, tandis que pour la question fermée, nous entendons celle à laquelle l'enquêté répond en opérant le choix parmi les réponses qui lui sont proposées.

Dans notre enquête, l'enquêté était appelé à répondre en choisissant la réponse parmi les opérations effectuées.

- ✓ La collecte des données est réalisée, au moyen de technique d'entretien avec un questionnaire. Au cours de cet entretien nous posons des questions aux agents qui travaillent dans les ateliers de la Gécamines/Lubumbashi, ils répondaient et nous, nous écrivions leurs réponses. Les questions étaient très ouvertes pour permettre aux agents d'exprimer chacun ses opinions.

Le dépouillement est fait au moyen des fréquences et catégories, c'est-à-dire les catégories qui ont les fréquences les plus élevées, à celles qui ont des basses fréquences.

Les réponses sont exprimées en fréquences, c'est pourquoi nous avons trouvé important d'utiliser le test Khi-carré de Karl PEARSON qui a permis le traitement des données dont voici sa formule générale :

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

- ✓ Les variables de recherche sont les suivantes :

- Le port de l'équipement adéquat ;
- Le respect du mode opératoire ;
- Le respect des directives de contre-maîtres.

4 RESULTATS DE L'ENQUETE

Dans le menu des résultats, il y a la présentation, l'analyse, l'interprétation des résultats et la discussion.

4.1 Une autre de nos préoccupations était de connaître leur impression sur le port de l'équipement adéquat et les causes des risques professionnels. C'est pour cette raison que nous leur avons posé cette question : « Les risques professionnels dans les ateliers sont causés par : » retrouvons les détails de cette question dans le tableau suivant :

Tableau N°1 : Des causes des risques professionnel dans les ateliers

N°	Réponses	Fréquences
1.	Négligence de porter l'équipement	20
2.	L'engrange du mode opératoire	15
3.	La vétusté des matériels	9
4.	Stress	3
	Total	47

Il résulte, de ce tableau, que 20 agents soutiennent, la négligence de porter l'équipement 15 ont appuyé l'ignorance du mode opératoire suivis de 9 autre qui ont parlé de la vétusté des matériels, en dernières positions il y a 3 agents ont parlé de stress.

Eu égard à cette variété des réponses il sied de comparer les fréquences accordées aux réponses en vue d'identifier celle qui est dominante

Le test chi carré de Karl Pearson est mieux placé. A l'alignement des fréquences nous avons trouvé la valeur calculée de 13,83 qui est largement supérieure à la valeur critique de 7,81 pour $dl = 3$, nous rejetons ainsi l'hypothèse nulle. Ce qui permet de conclure que les agents sont partagés entre leurs avis ou réponses. Ceux qui soutiennent la négligence de porter l'équipement et l'ignorance du mode opératoire, ils disent le port de l'équipement adéquat permet aux agents d'être protégés dans les ateliers et le mode opératoire permet d'observer les mesures de prévention contre les accidents du travail.

4.2 Afficher les modes opératoires c'est bien, le problème est de savoir si l'agent les lit. Ainsi nous leur avons adressé cette question : avez-vous l'habitude de lire régulièrement les modes opératoires qui se trouvent dans vos ateliers ? Les détails sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°2 : De la lecture régulière des modes opératoires

Réponses	Fréquences
Parfois	30
Chaque fois	10
Jamais	7
Total	47

Eu égard à ce tableau, nous disons que 30 agents lisent parfois les modes opératoires, 10 lisent chaque fois et 7 agents ne lisent plus les modes opératoires.

A ce niveau nous sommes dans l'obligation de comparer les fréquences accordées aux réponses en vue d'identifier celle qui est dominante; le test chi carré de Karl Pearson appliqué fournit la valeur de 2,86. Elle conduit à accepter l'hypothèse de nullité, dans la mesure où elle est inférieure au décideur de 5,99 au seuil de signification sévère pour $dl = 2$ et $\alpha = 0.05$

Nous déduisons que nos sujets ne diffèrent pas de manière significative dans leurs réponses. Ceux qui lisent parfois les modes opératoires disent avoir en tête les modes opératoires. Et ceux qui ne lisent jamais disent que par eux l'expérience qui compte cet état des choses les exposent beaucoup plus aux risques professionnels que les autres.

4.3 DU ROLE DES CONTRE MAITRES DANS LES ATELIERS

Chaque atelier de la GECAMINES/Lubumbashi a un contre maitre, pour ce qui est de notre enquête, nous voudrions connaître ce que les contre maitrise font dans les ateliers. D'où la question ci-après leur a été posée : « quel est le rôle des contre maitres dans les ateliers » ?

La suite est dans le tableau **N°3** : le rôle du contre-maîtres dans les ateliers

Réponses	Fréquences
Sauvegarder la santé des agents pour le progrès dans l'entreprise	20
Informers les agents sur les risques professionnels qui les guettent dans les ateliers	17
Pousser les agents à la provocation	10
Total	47

D'après ce tableau, 20 agents ont dit que le rôle du contre maitre est de sauvegarder la santé des agents pour le progrès de l'entreprise, 17 disent que le rôle du contre maitre est d'informer les agents sur les risques professionnels dans les ateliers et ensuite 10 ont dit que le rôle du contre maitre est de pousser les agents à la production. En vue de départager ces trois groupes opposés, le test chi carré fournit la valeur calculée de 3,44 elle conduit à accepter l'hypothèse de nullité dans la mesure où elle est inférieure au seuil de signification qui est de 5.99 par le $df = 2$ et $\alpha = 0.05$. Ce qui permet de conclure que le rôle des contre maitre dans les ateliers des usines de la GECAMINES/ Lubumbashi est de protéger les agents en les informant les risques professionnels auxquels ils sont exposés, pour une meilleure production.

4.4 Il va de même pour les validités des mesures préventives dans les ateliers. Nous avons posé la question comme suit : « les mesures préventives sont-elles » ?

Les réponses fournies par les sujets sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°4 : De la validité de mesures préventives

AVIS	Fréquences
Positif	40
Négatif	7
Total	47

Dans ce tableau, nous remarquons 40 sujets qui donnent un avis positif pour dire que les mesures préventives sont valides, paradoxalement 7 donnent un avis négatif, ce qui signifie ces mesures préventives ne conviennent pas pour réduire sensiblement les risques professionnels.

Le test Khi carré en l'appliquant dans le calcul nous trouvons que la valeur observée est de 23,16 largement supérieure à la valeur critique de 3,84 au seuil de $df = 1$ et $\alpha = 0.05$. Nous rejetons l'hypothèse nulle. Donc les mesures préventives sont valides dans les ateliers des usines de la GECAMINES/Lubumbashi.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Pour avoir d'amples informations, nous nous sommes entretenus avec les contres maitres des ateliers où nous avons été. Connaissant bien l'existence des risques professionnels, ils réunissent chaque matin des chefs des sections dans une réunion de cinq minutes appelée : « cinq minutes de sécurité », et à chaque fin du mois, a lieu une réunion générale où tous les ateliers prennent part.

Au cours de ces réunions, on sensibilise les agents sur les risques professionnels qu'ils courent quand ils travaillent, sur la lecture régulière du mode opératoire (notice) ; ici le mode opératoire montre comment le travailleur doit s'habiller avant de travailler, c'est-à-dire sur le port de l'équipement. Bref ces réunions portent sur le comportement que doit avoir un agent quand il travaille, quel doit être son habillement, c'est le port des gants, des lunettes adaptées, des bottes adaptées, pas d'habits flottants etc.

Vu qu'une majorité d'agents interrogés (42%) estiment que les risques sont causés par la négligence de porter l'équipement adéquat au travail, 19% d'agents ont parlé de l'ignorance du mode opératoire dans leur travail et 63% lisent parfois le mode opératoire, la Gécamines est donc obligée de revoir sa politique de sensibilisation et de contrôle du respect des mesures de sécurité.

L'évaluation des risques doit donc concerner le choix de procédés de fabrication, les équipements de travail, les substances ou préparations chimiques. Et elle doit se faire pour l'aménagement ou le réaménagement des lieux de travail ou des installations et dans la définition des postes de travail (Andéol, Guillemy et Leroy, 2010, p.9).

L'évaluation des risques repose sur une bonne connaissance de la réglementation et des normes avec lesquelles la société doit se mettre en conformité. Auduberteau et Gavino (2003, p.13) nous proposent, notamment, les vérifications périodiques suivantes.

Tableau N°1 : Vérifications périodiques réglementaires (liste non exhaustive)

		Périodicité
Incendie	Exercice d'évacuation et essais du matériel	6 mois
	Système d'alarme	6 mois
Electricité	Toutes installations	1 an
Ambiance de travail	Mesure de l'exposition au bruit	3 ans
	Installation de ventilation	1 an
Appareils de levage	Chariots de manutention, grues mobiles sur véhicules, nacelles élévatrices de personnel	6 mois
	Appareils mûs mécaniquement installés et de manutention à demeure (ponts roulants, treuils, portiques...)	1 an

Source : S. Auduberteau et K. Gavino, 2003, p.13

Dans ce tableau, nous remarquons 40 sujets qui donnent un avis positif pour dire que les mesures préventives sont valides, paradoxalement 7 donnent un avis négatif, ce qui signifie ces mesures préventives ne conviennent pas par réduire sensiblement les risques professionnels.

Un grand nombre d'agents Gécamines (85%) sont d'accord sur la validité des mesures préventives contre les risques professionnels, alors qu'une minorité d'agents (15%) ne voient aucune validité entre les mesures préventives et les risques professionnels.

La Gécamines est obligée de s'assurer de la connaissance du suivi des mesures de sécurité par tous les travailleurs. Munar Suard et Lebeer (2004, p.8) rapportent que dans le cadre de ces responsabilités, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour la protection de la sécurité et de la santé des travailleurs, y compris les activités de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens nécessaires. Il doit veiller à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.

Mais, les travailleurs ont également une grande responsabilité quant à la sauvegarde de leur santé et de leur sécurité ainsi que celles de leurs collègues ou des personnes concernées par leurs actions et leurs missions de travail. Ainsi ils doivent prendre soin d'eux-mêmes et des autres conformément à la formation et aux instructions que reçoivent de l'employeur (Suard et Lebeer, 2004, p.9).

6 CONCLUSION

Cette étude a porté sur la validité des mesures de prévention et risques professionnels dans les usines de la Gécamines-Lubumbashi durant la période allant de 2009 à 2013. Les données ont été recueillies par le moyen de technique de questionnaire dit d'administration indirecte, que nous avons adressés aux agents et aux contremaîtres, notre propre observation prolongée dans les ateliers ainsi que sur les statistiques émises par l'entreprise. Le traitement de ces données a été effectué grâce au test du chi-carré. Les principaux résultats de cette enquête montrent que, le port d'un équipement adéquat (gants, bottes, combinaisons, foulard, masque, lunettes adaptées, etc.) ainsi que le fait d'observer strictement les directives des contremaîtres, réduisent considérablement les risques professionnels dans les usines.

Il convient de dire à tous les travailleurs en général, et aux agents qui travaillent dans les ateliers de la Gécamines/Lubumbashi en particulier que la sécurité au travail, c'est une affaire d'abord personnelle avant d'être une affaire organisationnelle, d'où l'importance de se sécuriser au lieu du travail, en assimilant soigneusement les directives données par les responsables et en respectant le mode opératoire, car les risques professionnels conduisent de fois à une invalidité.

REFERENCES

- [1] Aebi, M. F, (2006). Comment mesurer la délinquance. Paris :Armand Collin.
- [2] Andeol. B, Guillemy N. et Leroy, A, (janvier 2010). Evaluation de risques professionnels : Institut National de Recherche et de Sécurité.
- [3] Auduberteau, S. Et Gavino, K., (octobre 2003). La prévention des risques professionnels : hygiène et sécurité au travail, Collection « Les diagnostics de l'emploi territorial », hors-série n°5.
- [4] Ayerbe, C. Et Missonier, A., (juin 2007). « Validité interne et validité externe de l'étude de cas : principes et mise en œuvre pour un renforcement mutuel », Volume 10, n° 2 : Finance Contrôle Stratégie,
- [5] Bartram, D., Editeur, (1993). « Validité et utilité de l'évaluation de la personnalité en psychologie du travail » : Revue européenne de psychologie appliquée.
- [6] Boisselier, J. Et Boue, G. (2005). Manuel de sécurité et d'hygiène du travail : techniques et prévention. 2e Editions : Aubervilliers.
- [7] Cohen, E, (1997) . Dictionnaire de gestion, 3e Editions, La découverte.
- [8] Demeestere, R., Lorino, P., Mottis, N, (2013). Pilotage de l'entreprise et contrôle de gestion, 5e Edition, Paris : Dunod.
- [9] Doron, R. Et Parot, F,(janvier 2011) Dictionnaire de psychologie.
- [10] GINGRAS, F.-P, (2007)« Validité interne, fiabilité, validité externe », Université d'Ottawa,.
- [11] Hogan, R.T., De Fruyt, F. Et Rolland, J.-P., (2006). « Validité et intérêt des méthodes d'évaluation de la personnalité à des fins de sélection : une perspective de psychologie appliquée aux problématiques des entreprises », Psychologie française, N°51.
- [12] Jacques. P. et Jean. M, (2014). Gestion des risques et culture de sécurité : le facteur humain au bénéfice de l'organisation, Paris :Dunod.
- [13] Lavarde, A.M, (2008). Guide méthodologique de la recherche en psychologie, 1ère édition.
- [14] Lemoine, C, (2003).Psychologie dans le travail et les organisations, Paris : PUF.
- [15] Leplat, J. Et Cuny, X., (1974). Les accidents du travail, Paris :PUF.
- [16] Lorino, P. Et Mottis, N., (2008). Contrôle de gestion et pilotage, Paris :Nathan.
- [17] Kouabenan D.R. (2007) : la psychologie du risque, Bruxelles, 1^{re}Edition de Boeck Université.
- [18] Quivy, R. Et Van Campenhoudt, L., (2006). Manuel de recherche en Sciences Sociales, 3e édition, Paris : Armand Collin.
- [19] Suard, L.M. Et Lebeer, G, (2004). « La prévention des risques professionnels dans le secteur de la sécurité privée », Centre de Sociologie de la Santé de l'ULB, Bruxelles.
- [20] Yves, D., (2004). Dictionnaire des risques, Paris : Editions Armand Collin.
- [21] WORKCOVER NSW, "Hazpak : Marking your work place safer", www.workcover.nsw.gov.au, 2014.

INCIDENT DES ACCIDENTS DE TRAVAIL SUR LE RENDEMENT DU PERSONNEL A LA S.N.E.L/LUBUMBASHI/R.D.C

[INCIDENT OF THE INDUSTRIAL ACCIDENTS ON THE PERFORMANCE OF THE STAFF WITH THE S.N.E.L/LUBUMBASHI/R.D.C]

Johnny KASONGO BWANGA

Assistant à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, Université de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article aims at studying the difference between the efficiency on the staff of front and after the occupational accident, to determine the incidents of occupational accidents on the efficiency on the staff to the National Company of electrical energy in initials S.N.E.L / Lubumbashi RDC from 2010 till 2014, it based itself on the data collected on basis of the index form of evaluation of the occupational accidents of said undertaken.

The data processing was made thanks to the statistical test t of Student. The main results of this study of ground, show that generally speaking, the agents lower their efficiency having known an occupational accident, because the employees who knew occupational accidents, manage to give the best of themselves.

KEYWORDS: incident, Accident, Work, Performance, Blue-collar worker.

RESUME: Cet article vise à étudier la différence entre le rendement du personnel d'avant et après l'accident de travail, pour déterminer les incidents des accidents du travail sur le rendement du personnel à la Société National D'énergie Electrique en sigle S.N.E.L /Lubumbashi RDC de 2010 à 2014, il s'est basé sur les données recueillies sur base de la fiche d'évaluation des accidents de travail de la dite entreprise.

Le traitement de données a été effectué grâce au test statistique t de Student. Les principaux résultats de cette étude de terrain, montrent que d'une manière générale, les agents baissent leur rendement après avoir connu un accident du travail, car les employés qui ont connu les accidents de travail, n'arrivent à donner le meilleur d'eux-mêmes.

MOTS-CLEFS: Incident, Accident, Travail, Rendement, Ouvrier.

1 INTRODUCTION

Les accidents du travail causent souvent des préjudices aux travailleurs, à l'entreprise et aux familles, par le coût de la prise en charge.

Dans une entreprise, les accidents ne surgissent pas comme ça, comme le disent Pignault J. et Magne J. (2014, P.59), le processus d'évaluation vers l'accident se compose ainsi pour la plupart du temps de trois phases successives : la dégradation du système complexe et accoutumance des hommes à cette dégradation ; l'occurrence d'une défaillance technique, humaine ou informative, où les boules de rattrapage possibles sont soit neutralisées, soit non connues au moment où elles sont indispensables, soit inexistantes ; souvent l'homme tente une action désespérée pour attraper la situation lorsqu'elle est pertinente, on la qualifie d'exploit, tandis que lorsqu'elle est inefficace, voire lorsqu'elle aggrave la situation, on la qualifie « d'erreur humaine » et on lui impute l'intégralité de l'accident.

De nombreux travaux ont été réalisés par des chercheurs dans le domaine d'accidents du travail, ainsi, pour notre recherche, nous recourons à certaines études antérieures, signalées dans la partie suivante de notre travail.

1.1 ETAT DE LA QUESTION

L'étude de la Dares (2009) montre que les salariés de moins de 20 ans et ceux de 20 à 29 ans connaissent trois fois et deux fois plus d'accidents de travail que ceux de 50 à 59 ans. Ce phénomène peut s'expliquer par le manque d'expérience des jeunes travailleurs.

Tandis que dans celle de Février 2014, la Dares montre qu'il ya un rapprochement entre les données sur les AT enregistrés, ou des indicateurs statistiques sur les accidents du travail (AT) complémentaires de ceux produits par la Cnam-TS, ventilés selon certaines caractéristiques des salariés et de leurs emplois : secteur d'activité, sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle et taille de l'établissement employeur. Ces indicateurs permettent de repérer les caractéristiques qui accroissent le risque de subir un AT ou un AT grave (c'est-à-dire avec IPP).

Dans leur étude, Gyekye et Salminen (2006) affirment que le risque d'accident de travail est lié à deux facteurs principaux, à savoir les caractéristiques individuelles liées aux attitudes des travailleurs et des facteurs externes tels que les caractéristiques de l'environnement de travail. C'est pourquoi, il nous semble important de dissocier les déterminants en trois catégories, à savoir les caractéristiques propres aux salariés, les caractéristiques de l'entreprise dans laquelle ils travaillent et l'effet de la situation économique. C'est pourquoi nous menons notre recherche sur l'incident des accidents du travail sur le rendement des ouvriers, et considérons que le fait que la S.N.E.L/Lubumbashi fonctionne sans le service d'hygiène et sécurité au travail, ferait que même les agents travaillent sans penser aux mesures de sécurité, et avec ça l'entreprise ne peut être à l'abri des accidents du travail.

1.2 PROBLEMATIQUE

Dans le cas de la recherche d'explications causales, expliciter sa problématique revient à dépasser les faits que l'on observe directement pour construire mentalement les mécanismes qui sont censés les générer (en être la cause), dit Lavarde A.M. (2008, P.104).

La S.N.E.L/Lubumbashi est notre distributeur de l'énergie électrique dans notre milieu. Nous remarquons à chaque fois de la négligence de la part des ouvriers de cette entreprise, par rapport au port d'équipement de sécurité, alors que cette dernière présente beaucoup de risques, notamment : la chute, la brûlure, l'électrocution, etc.

Malgré les différents risques professionnels qui égorgent au sein de la S.N.E.L/Lubumbashi, elle ne possède toujours pas le service d'hygiène et sécurité du travail qui peut assurer le suivi de près, pour ce grand problème des risques professionnels, et même l'insertion de l'ouvrier accidenté après avoir subi l'accident du travail ou la poursuite des victimes des accidents du travail.

Eu égard à ceux qui précèdent, nous formulons notre problématique de la sorte :

- Quelle est la répercussion des accidents du travail sur le rendement du personnel ouvrier de la S.N.E.L/Lubumbashi ?

1.3 HYPOTHSE

Les accidents du travail auraient des répercussions néfastes sur le rendement du personnel ouvrier de la S.N.E.L/Lubumbashi.

1.4 OBJECTIFS

Cette étude vise à :

- Etudier la différence entre le rendement du personnel ouvrier d'avant et après l'accident, pour déterminer la répercussions des accidents du travail sur le rendement ;
- Etudier la différence dans la production des ouvriers après les accidents, pour déterminer l'importance de la prévention, la réduction des risques professionnels au sein de l'entreprise et la nécessité de la réintégration lors d'un accident.

2 CADRE THEORIQUE

a) Incident

La notion d'incident est très large et couvre des domaines variés : incident technique, incident fonctionnel, incident social, incident de sécurité, incident de communication, incident de paiement, incident financier, etc. D'une manière générale, un incident peut être défini comme un événement causant des dommages ou susceptible de le faire à des personnes ou à des organisations, Clusif, (2011, P. 10).

Est considéré comme incident ou quasi-accident : un événement soudain ayant ou pas entraîné des dégâts matériels. Cet événement aurait potentiellement pu causer des lésions. <http://www.safetify.eu>

Dans notre étude, c'est l'incident de sécurité ou l'incident lié à la sécurité qui nous concerne le plus. Ainsi, l'incident lié à la sécurité est défini comme un ou plusieurs événements liés à la sécurité de l'information indésirables ou inattendus présentant une probabilité forte de compromettre les activités de l'organisation et de menacer la sécurité de l'information, Hervé S. (2012, P. 5)

b) Accident du travail

Est considéré comme un accident du travail tout accident dont un travailleur est victime pendant et par le fait de l'exécution du contrat de travail, et qui est la cause d'une lésion.

Est également vu comme un accident du travail, l'accident qui survient sur le chemin du et vers le travail (= le trajet normal du et vers le lieu de travail).

Un accident du travail suppose :

- ✓ un événement soudain;
- ✓ une ou plusieurs causes extérieures;
- ✓ l'existence d'une lésion (ne doit pas nécessairement être une inaptitude au travail ; il doit y avoir eu au moins des coûts médicaux) exception : un accident causant un dommage à des prothèses ou des appareils orthopédiques est également considéré comme un accident du travail sans qu'il doive être question de lésion;
- ✓ un lien de cause à effet entre l'accident et la lésion;
- ✓ l'accident doit avoir eu lieu pendant l'exécution du contrat de travail;
- ✓ l'accident doit avoir eu lieu par le fait de l'exécution du contrat. <http://www.safetify.eu>

L'accident du travail est défini par le Code de la Sécurité sociale :

« Est considéré comme accident du travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. » (art. L. 411-1) du code du travail R.D.Congolais 2015.

Selon l'article L. 411-2 du même code : « Est également considéré comme accident du travail, lorsque la victime ou ses ayants droit apportent la preuve que l'ensemble des conditions ci-après sont remplies ou lorsque l'enquête permet à la caisse de disposer sur ce point de présomptions suffisantes, l'accident survenu à un travailleur mentionné par le présent livre, pendant le trajet d'aller et de retour, entre :

- 1° la résidence principale, une résidence secondaire présentant un caractère de stabilité ou tout autre lieu où le travailleur se rend de façon habituelle pour des motifs d'ordre familial et le lieu du travail ;
- 2° le lieu du travail et le restaurant, la cantine ou, d'une manière plus générale, le lieu où le travailleur prend habituellement ses repas, et dans la mesure où le parcours n'a pas été interrompu ou détourné pour un motif dicté par l'intérêt personnel et étranger aux nécessités essentielles de la vie courante ou indépendant de l'emploi.

C. Rendement

Comme beaucoup d'autres termes de gestion des ressources humaines, l'expression du rendement a eu des interprétations et des applications fort diverses. Mais l'objectif principal d'un bon système de gestion du rendement est de s'assurer que les activités des employés ce qu'ils font et la qualité de ce qu'ils font, correspondent bien aux objectifs de l'organisation, tout en maintenant un climat de travail motivant et satisfaisant, CHRC (2010, P.16)

Une très grande proportion des organisations du secteur culturel n'a pas géré le rendement des employés de façon systématique pour toutes sortes de raisons.

Nous pouvons dire que le rendement qualifie la manière dont une action, un procédé de transformation, un processus dans lequel on a initialement donné, entré, investi quelque chose rend, retourne, renvoie le résultat prévu ou attendu, avec l'idée que ce rendu, retour, renvoi peut être plus ou moins performant du fait de l'existence d'imperfections, de gaspillage, de déchets, d'inertie.

c) Ouvrier

Un ouvrier est une personne qui loue ses services dans le cadre d'un travail artisanal, industriel ou agricole en échange d'un salaire. Par définition, cette notion fait référence au statut du salariat et à l'exercice d'un travail manuel (ce qui exclut les employés de bureau).

Le développement de l'industrialisation et de la mécanisation va continuellement modifier le statut des ouvriers. Tout au long de cette évolution, cette nouvelle forme de travail va s'accompagner de l'émergence d'un mouvement ouvrier et de la conscience ouvrière, de sa montée en puissance via les syndicats, afin de faire reconnaître leurs droits. Sur les plans social et politique, l'accroissement du nombre des ouvriers soulève des débats (la question sociale) ainsi que des réflexions et prises de position concernant l'existence et le destin d'une nouvelle classe sociale : la classe ouvrière, Bozon, M. (2007, P.6).

3 CADRE METHODOLOGIQUE

3.1 CHAMP D'INVESTIGATION

Cette étude a été réalisée à la S.N.E.L/Lubumbashi, où nous nous sommes intéressés aux agents ayant connu les accidents de travail, durant la période allant de 2010 à 2014. Pour y arriver, nous avons consulté la fiche d'évaluation des accidents et de rendement.

3.2 POPULATION DE RECHERCHE

Notre recherche a comme population, tout le personnel ouvrier accidenté de la SNEL/Lubumbashi, durant la période allant de 2010 à 2014. Dans nos investigations, nous avons pu trouver 18 cas d'agents accidentés, qui sont repartis selon les années dans le tableau ci-dessous :

Tableau de présentation des accidents

Année	Nombre d'agents accidentés	Type d'accidents
2010	1 Agent	-Accident de trajet
2011	1Agent	- Accident par Electrocutation
2012	1 Agent 2Agents 1Agent	-Accident par Electrocutation - Accidents par brûlure -Accident de trajet
2013	8 Agents 1 Agent	-Accident de trajet -Accident par Electrocutation
2014	2 Agents 1 Agent 1 Agent	-Accident par brûlure -Accident de trajet -Accident par chute

Il ressort de ce tableau qu'en 2010 il y a eu un seul cas d'accident qui est celui de trajet, en 2011 il y en a eu un cas d'accident par électrocution, tans qu'en 2012 il y en a eu 4 : dont un par électrocution ; 2 par brûlure et un de trajet. En 2013, il y en a eu 9 : dont 8 de trajet et un par électrocution. Et enfin en 2014 jusqu'à là, il y a 4 : dont 2 par brûlure ; un de trajet et un autre par chute.

3.3 ECHANTILLON DE RECHERCHE

En nous servant de la méthode d'échantillonnage aléatoire par grappe, nous avons subdivisé la population en deux grappes ; l'une constituée des agents accidentés qui n'ont pas été réintégrés dans leurs services respectifs, et l'autre constituée de ceux qui ont été réintégrés dans leurs services respectifs celle qui fait l'objet de cette étude.

Au moyen de test t de student nous a permis de comparer le rendement d'avant et après les accidents du travail, le détail des résultats dans le tableau ci-dessous.

4 RESULTAT

A l'aide de la fiche d'évaluation, nous avons obtenu les données présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°2 des résultats

N°	Le rendement d'avant l'accident	Le rendement d'après l'accident	La différence
1.	75%	51%	24%
2.	50%	65%	+15%
3.	80%	62%	22%
4.	73%	60%	13%
5.	85%	52%	33%
6.	91%	68%	23%
7.	58%	64%	+6%
8.	63%	62%	1%
9.	73%	74%	+1%
10.	57%	53%	4%

Source : la SNEL/Lubumbashi

Ce tableau dégage la moyenne annuelle de chaque personne ouvrière avant et après l'accident. La quatrième colonne montre la différence entre ces deux moyennes.

Nous constatons ainsi dans ce tableau que, certains agents ont baissé le rendement après l'accident, par contre d'autres ont augmenté le leur. Raison pour laquelle nous recourons au test statistique de t de student, dont la formule générale est :

$$t = \frac{(M1-M2)}{\sqrt{\frac{\sum Dt^2 - (\sum Dt)^2}{n(n-1)}}}$$

Au seuil de signification de $\alpha.05$

Après le calcul, nous avons trouvé que $t_{cal} = 8,868 > t_{0.05} = 1,833$, donc nous rejetons l'hypothèse nulle. Ce qui nous pousse à conclure qu'il existe une différence significative entre ces deux moyennes : la moyenne d'avant l'accident et la moyenne d'après l'accident. Et ces résultats rencontrent notre hypothèse de recherche.

Les données nous ont indiqué qu'il existe une différence significative et qu'il est rare de maintenir son rendement après avoir subi un accident du travail, car comme nous l'avons constaté peu de sujets ont pu presque maintenir leur rendement. La Société Nationale d'Energie Electrique en sigle S.N.E.L/Lubumbashi évalue le rendement professionnel sur base de l'échelle, à titre illustratif : -50= plus faible, de 50 à 54 faible, de 55 à 59 moyennement faible et j'en passe le meilleur. Ainsi par exemple celui qui a 73 à la première moyenne et 74 à la deuxième moyenne a maintenu son rendement.

5 DISCUSSION DES RESULTATS

Pour avoir des informations, nous avons consulté la fiche d'évaluation des accidents de la SNEL/Lubumbashi. Nous y avons trouvé que la S.N.E.L/Lubumbashi, pour évaluer les accidents du travail, elle se base sur l'échelle qui part par exemple : de -50= plus, c'est-à-dire de 50 à 54 faible, de 55 à 59 moyennement faible, nous pensons que c'est la meilleur. Et nous nous sommes penchés sur la période allant de 2010 à 2014.

Par rapport au rendement des travailleurs selon qu'ils ont subi les accidents, nous avons trouvé que sur 10 cas d'accidents que nous avons analysé, 7 cas ont vu leur rendement baisser après avoir subi les accidents du travail, et 3 cas d'accidents ont vu leur rendement augmenter après avoir subi les accidents du travail. Et la moyenne d'avant de les accidents est de 70,5% (M1=70,5), alors celle d'après les accidents est de 61,1%(M2=61,1). Donc la SNEL/Lubumbashi est obligée de mettre en place un service d'hygiène et sécurité au travail, qui doit s'occuper de la prévention est de la gestion des accidents du travail, qui, pour le moment n'existe pas.

Auduberteau et Gavino (2003, p.13) nous proposent, notamment, les vérifications périodiques suivantes.

Tableau N°3 : Vérifications périodiques réglementaires (liste non exhaustive)

		Périodicité
Incendie	Exercice d'évacuation et essais du matériel	6 mois
	Système d'alarme	6 mois
Electricité	Toutes installations	1 an
Ambiance de travail	Mesure de l'exposition au bruit	3 ans
	Installation de ventilation	1 an
Appareils de levage	Chariots de manutention, grues mobiles sur véhicules, nacelles élévatrices de personnel	6 mois
	Appareils mûs mécaniquement installés et de manutention à demeure (ponts roulants, treuils, portiques...)	1 an

Source : S. Auduberteau et K. Gavino, 2003, p.13

Ayant constaté lors de notre descente de terrain que certains agents de la SNEL/Lubumbashi, montaient au poteau sans l'équipement adéquat, la S.N.E.L/Lubumbashi est obligée de maitre sur pieds des mesures de sécurité et d'en assurer le suivi pour tous les travailleurs, comme les soulignent Munar Suard et Lebeer (2004, p.8) que dans le cadre de ses responsabilités, l'employeur doivent prendre les mesures nécessaires pour la protection de la sécurité et de la santé des travailleurs, y compris les activités de prévention des accidents du travail, d'information et de formation, ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens nécessaires. Les travailleurs ont également une grande responsabilité quant à la sauvegarde de leur santé et de leur sécurité ainsi que celles de leurs collègues ou des personnes concernées par leurs actions et leurs missions de travail. Ainsi ils doivent prendre soin d'eux-mêmes et des autres conformément à la formation et aux instructions que reçues de l'employeur (Suard et Lebeer, 2004, p.9).

6 CONCLUSION

Le souci de préserver la santé de l'homme au travail nous a poussé à mener cette étude. Conformément à la fiche d'évaluation des accidents du travail, les agents voient leur rendement connaître un changement dans le sens de baisser.

Une contribution majeure de cette étude réside dans le test d'un modèle permettant d'identifier l'incidence (la répercussions) des accidents du travail sur le rendement du personnel ouvrier de la S.N.E.L/Lubumbashi, les résultats ont indiqué que cette incidence est négative et freine la performance dans l'exécution des tâches qui, à leur tour diminuent le rendement.

Il s'avère indispensable de souligner que ce phénomène s'explique non seulement par des facteurs physique, mais beaucoup plus par des facteurs psychologiques. Cela s'explique par le fait que les qui ont été déclarés par le médecin qui est l'ingénieur du corps comme rétablis se trouvent encore dans des difficultés d'adaptation et manifeste les symptômes alors que leurs corps sont intacts, sans un membre déclaré inapte. Tout accident est un élément traumatique qui entraîne de tensions susceptibles de plonger, d'immigré vers le stress et même vers la dépression en cas de stress chronique.

Eu égard à tout ce qui vient d'être décrit et dit, nous confirmons notre hypothèse de départ selon laquelle les accidents du travail auraient une incidence néfaste sur le rendement du personnel ouvrier de la SNEL. Ainsi les accidents du travail diminuent la productivité dans le chef de l'entreprise.

REFERENCES

- [1] B. Andeol, N. Guillemy et A. Leroy, (janvier 2010). Evaluation de risques professionnels : Institut National de Recherche et de Sécurité.
- [2] Arbeitsgemeinschaft et der Bau-Berufsgenossenschaften An der Festeburg 2729 D-60389 Frankfurt am Main, Guide de sécurité au travail, P.6
- [3] Auduberteau, S. Et Gavino, K., (octobre 2003). La prévention des risques professionnels : hygiène et sécurité au travail, Collection « Les diagnostics de l'emploi territorial », hors-série n°5.
- [4] Bozon, M. (2007). *Les recherches récentes sur la culture ouvrière: une bibliographie*
- [5] Clusif (2011), Gestion des incidents de sécurité du système d'information, 11 rue de Mogador-75009 Paris
- [6] Gyekye, A. S. and Salminen, S., (2006), "Ma king Sense of Industrial Accidents: The Role of Job Satisfaction", Journal of Social Sciences, 2(4), pp. 127-134
- [7] Hervé .S (2012), Gestion des incidents liés à la sécurité de l'information : Conférence Internationale Management de la Sécurité de l'Information selon la norme ISO/IEC 27001 Paris
- [8] Jacques. P. et Jean. M, (2014). Gestion des risques et culture de sécurité : le facteur humain au bénéfice de l'organisation, Paris : Dunod.
- [9] Kouabenan D.R. (2007) : la psychologie du risque, Bruxelles, 1^{re} Edition de Boeck Université.
- [10] Lavarde, A.M, (2008). Guide méthodologique de la recherche en psychologie, 1^{ère} édition.
- [11] Quivy, R. Et Van Campenhoudt, L., (2006). Manuel de recherche en Sciences Sociales, 3^e édition, Paris : Armand Collin.
- [12] <http://www.safetify.eu>, le 04/02/2014

Factors influencing the Rheumatoid Arthritis Impact of Disease (RAID) score for Moroccan patients with rheumatoid arthritis (RA)

L. Medrare¹, F. Allali¹⁻²⁻³, A. Ngeuleu¹, A. Mehdi¹, H. Rkain¹⁻⁴, and N. Hajjaj-Hassouni¹⁻²⁻³

¹Department of Rheumatology, El Ayachi University-Hospital, Rabat-Sale, Morocco

²Laboratory of Information and Research on Bone Diseases (LIRPOS-URAC 30), Mohammed V University, Rabat, Morocco

³Laboratory of Biostatistical, Clinical Research and Epidemiology (LBRCE), Faculty of Medicine and Pharmacy, Mohammed V University, Rabat, Morocco

⁴Laboratory of Physiology, Faculty of Medicine and Pharmacy, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Objective:* This study aims to identify factors influencing the health related quality of life (HRQOL) for RA patients. *Methods:* 103 patients diagnosed were enrolled in the study. Disease activity was assessed through the Disease Activity Score (DAS) 28 scale. Health Assessment Questionnaire (HAQ) was completed by all patients. Pain and fatigue were evaluated with pain Visual analogic scale (VAS) and fatigue VAS respectively. The psychological status was evaluated using the Arabic validated version of the Hospital Anxiety and Depression scale (HADS). The Rheumatoid Arthritis Impact disease (RAID) was used for the evaluation of the impact of rheumatoid arthritis.

Results: The mean RAID was 3.78 ± 2.15 . 7.7% had a score between 0 and 1, and 15.5% between 1 and 2, whereas 11.6% had scores upper to 7. The mean RAID score was similar in men/women patients ($3.34/3.84$, $p=0.43$). In univariate analysis RAID was significantly associated with pain disease duration ($\beta = 0.26$ 0; IC95% [0.002-0.01]; $p=0.06$), VAS ($\beta = 0.79$; IC95% [0.05-0.06]; $p < 0.001$), fatigue VAS ($r = 0.80$; IC95% [0.05-0.07]; $p < 0.001$), DAS28 ($\beta = 0.75$; IC95% [0.78-1.11]; $p < 0.001$), HAQ ($\beta = 0.75$; IC95% [1.74-2.47]; $p < 0.001$), and HADS ($\beta = 0.56$; IC95% [0.10-0.18]; $p < 0.001$). After multivariate analysis pain VAS ($\beta = 0.23$; IC95% [0.005-0.02]; $p=0.005$), fatigue VAS ($\beta = 0.28$; IC95% [0.01-0.03]; $p < 0.001$), DAS28 ($\beta = 0.15$; IC95% [0.02-0.35]; $p=0.02$), HAQ ($\beta = 0.26$; IC95% [0.43-1.10]; $p < 0.001$) and HADS ($\beta = 0.12$; IC95% [0.007-0.06]; $p=0.01$) remains associated with RAID.

Conclusion: The strongest determinants of lower QOL in Moroccan RA patients were disease activity, functional capacity, Pain, fatigue and psychological status

KEYWORDS: rheumatoid arthritis, rheumatoid arthritis impact of disease.

1 INTRODUCTION

Rheumatoid arthritis (RA) significantly affects health-related quality of life (HRQOL), including physical functioning, pain, fatigue and vitality, emotional and social well-being, and work productivity (1, 2, 3, 4, 5). The importance of patient-reported outcomes has traditionally been recognised within the rheumatology community, as evidenced by their presence in the core set of end points for rheumatoid arthritis (RA) clinical trials formulated at the first Outcome Measures in Rheumatology Initiative (OMERACT) conference in 1992(6). Current standard assessment of RA includes some dimensions or domains assessed by Patient reported outcomes (PRO), namely patient assessment of pain, functional disability and/or patient global assessment (7, 8). However, current scores mainly include only these three PRO, and these domains are the only PRO usually reported, while other domains of health appear important from the patient's perspective, such as fatigue, wellbeing and sleep pattern (9, 10, 11, 12). In this context, the European League Against Rheumatism (EULAR) elaborated a new composite

response score for clinical trials in RA based on the patients' perception of the impact of the disease on domains of health: the patient-derived rheumatoid arthritis impact of disease (RAID) score(13). This composite index includes seven domains (pain, function, fatigue, physical and psychological wellbeing, sleep disturbance and coping). Each domain is evaluated using a single question answered by a 0 to 10 numerical rating scale. Each domain also has a specific weight assigned by a patient survey. The RAID score is a continuous variable ranging from 0 (best) to 10 (worst) (14, 15, 16). This study aims to identify factors influencing the RAID score for RA patients.

2 PATIENTS AND METHODS

2.1 PATIENTS

Our study included 103 consecutive patients with RA fulfilling the 1987 revised American College of Rheumatology classification criteria (17) over a period of 6 months (between October 2012 and March 2013) at the department of rheumatology of El Ayachi tertiary university hospital of Rabat-Sale from outpatient and inpatient services. Informed consent was obtained from all patients.

2.2 METHODS

MEASUREMENT OF THE CLINICAL VARIABLES

The demographic and clinical characteristics of the patients such as age, sex, height, weight, educational level, the disease, degree of morning stiffness, tender-swollen joint count and the physician's and patient's global assessments were determined. Drug use (all anti-rheumatic drugs and glucocorticoid), the duration of the morning stiffness (minutes), mean pain and mean daytime fatigue (100 mm visual analogue scale (VAS)) were also noted. The disease activity (DAS28) scores were evaluated using the disease activity score calculator.

FUNCTIONAL DISABILITY AND PSYCHOLOGICAL STATUS ASSESSMENTS

The validated Moroccan Arabic dialect version of HAQ (18) was used for the evaluation of the functional status. The psychological status was evaluated using the Arabic validated version of HADS (19).

RAID

RAID measures seven domains, each with 0–10 numeric rating scales (NRS) that are perceived by patients to be particularly important for their health. Each domain has the following weight: pain 0.21, functional disability 0.16, fatigue 0.15, sleep problems 0.12, emotional well-being 0.12, physical well-being 0.12 and coping 0.12. 1 The score has a range from 0 to 10 (10 worst health).

STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analyses were carried out using the SPSS 13 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Data for patients were presented as mean and standard deviations for continuous variables and as frequencies and percentages for categorical variables. we performed a logistic regression to determine predictive factors for global RAID score and for each of the seven RAID domains ;firstly univariate logistic regression were done, and the remaining factors ($P < 0.05$) were entered into a final global multivariate logistic regression model, so multivariate analysis were secondly performed. Results were considered significant for $p < 0.05$, and Confidence intervals (CI) were computed at the 95% level.

3 RESULTS

The clinical and demographic characteristics of the patients are listed in Table 1. Of the 103 patients with RA enrolled, 87.4% were women. The mean (SD) age of the patients was 49.7 ± 11.4 years, and the median illness duration was 8.2 [3.2 - 14] months. The mean disease activity at 28 joints (DAS28) score was 4.2 ± 1.7 . The mean pain VAS and the median fatigue VAS were 39.1 ± 29.3 and 40 [10 - 40] respectively. The median HAQ and PQSI scores were 0.5 [0 - 1.5], and [2.1 - 9] respectively. The mean HADS was 15 ± 8 . The mean RAID was 3.78 ± 2.15 . Table 2 show the distribution of the RAID score.

7.7% had a score between 0 and 1, and 15.5% between 1 and 2, whereas 11.6% had scores upper to 7. The mean RAID score was similar in men/women patients (3.34/3.84, $p=0.43$).

FACTORS AFFECTING THE RAID SCORE

In univariate analysis RAID was significantly associated with pain disease duration ($\beta = 0.26$ 0; IC95% [0.002-0.01]; $p=0.06$), VAS ($\beta = 0.79$; IC95% [0.05-0.06]; $p < 0.001$), fatigue VAS ($r = 0.80$; IC95% [0.05-0.07]; $p < 0.001$), DAS28 ($\beta = 0.75$; IC95% [0.78-1.11]; $p < 0.001$), HAQ ($\beta = 0.75$; IC95% [1.74-2.47]; $p < 0.001$), and HADS ($\beta = 0.56$; IC95% [0.10-0.18]; $p < 0.001$). After multivariate analysis, pain VAS ($\beta = 0.23$; IC95% [0.005-0.02]; $p=0.005$), fatigue VAS ($\beta = 0.28$; IC95% [0.01-0.03]; $p < 0.001$), DAS28 ($\beta = 0.15$; IC95% [0.02-0.35]; $p=0.02$), HAQ ($\beta = 0.26$; IC95% [0.43-1.10]; $p < 0.001$) and HADS ($\beta = 0.12$; IC95% [0.007-0.06]; $p=0.01$) remains associated with RAID.

4 DISCUSSION

The importance of assessing HRQoL in RA patients has been highlighted in different studies (20). HRQoL in medicine was adopted to describe the effect of diseases and its treatment on physical, psychological, and social aspects of patients' well-being. HRQoL is one of the components of quality of life, which can be affected by many factors, not only medical health, but also the cultural, socio-economic, and other factors as well as other areas of human activity. The RAID instrument provides a weighted profile of seven health domains of major importance to patients (12).

According to the results, it is no gender difference in the RAID score. In fact, few authors have examined gender differences in the HRQoL in RA (21). This is in agreement with an Indian study in which gender of RA patients did not influence their HRQoL (22).

The pain has the highest weight in the RAID score. This study demonstrated that by increasing pain, a significantly decrease patients' quality of life. This is in agreement with a Norwegian study who found a strong correlation between RAID and pain (23). West et al demonstrated that bodily pain was highly sensitive to changes in the HRQoL, and assumed that it is an important measure of disease outcome in the early stages of RA (24). A Moroccan study reported that QOL is significantly correlated with joint pain intensity (25).

Functional disability and higher disease activity scores, in present study, caused a significant decrease in patients' quality of life. This finding is consistent with a Korean study who has reported that the strongest determinants of lower QOL in RA patients were functional disability and higher disease activity. Many studies confirm that functional disability was the main variable that influenced HRQoL, followed by disease activity in patients with established RA (26, 27). Turid et al found that disability, measured with HAQ, correlated moderately to RAID score (23). In Brazil, moderate to severe RA is associated with significant functional disability (28). Saled et al have reported that a higher disease activity scores, caused a significant decrease in patients' quality of life (29).

Higher fatigue and higher HADs were associated with poor QOL in the present study. Many studies showed that regard fatigue as a major determinant of quality of life (30, 31). Depression is highly prevalent in RA and associated with poorer RA outcomes (32). Ozcztin et al found that Quality of life is significantly low in patients with RA whose depression and/or anxiety scores are high (33).

Although this was the first study in the country using RAID for assessing QOL. Our study presents several limitations. First, the cross-sectional design did not allow us to assess changes in QOL as the disease progresses and factors that influence such change. Second, we did not consider effects on QOL due to drugs and specific comorbidities. Third, our subjects were recruited from a tertiary care setting our findings may not be generalizable to patients with milder conditions who are being followed up in the primary care setting.

Table1: Socio-demographic and clinical characteristics in RA

Age (years) ³	49.7 ± 11.4
Gender, Female (%) ¹	87.4 (N=90)
BMI (kg/m2) ³	26.5 ± 5.1
Pain (VAS 0-100) ³	39.1± 29.3
Fatigue (VAS 0- 100) ²	40 [10 - 40]
HAQ ²	0.5 [0 - 1.5]
Disease duration (years) ²	8.2 [3.2 - 14]
DAS28 ESR ³	4.2 ± 1.7
HADS	15 ± 8
Corticosteroid use (%) ¹	81.6 (N= 84)
CsDMARDs use (%) ¹	68 (N= 70)
B-DMARDs use (%) ¹	23.3 (N= 24)
NSAIDs use (%) ¹	20.4 (N= 21)

1: Number and percentage N (%); 2: median and interquartile range IQR; 3: mean and standard deviation; BMI= Body Mass Index; VAS= Visual Analogical Scale; DAS28 ESR: disease activity score28 Erythrocyte Sedimentation Rate; HAQ= Health Assessment Questionnaire; HADS: Hospital Anxiety and Depression scale, CsDMARDs= Conventional Synthetic DMARDs, B-DMARDs= Biologic DMARDs, NSAIDs=non-steroidal anti-inflammatory drugs.

Table2: The distribution of the RAID score and the seven NRS

	Mean±SD	Median	%Lowest	% Highest
RAID	3.78±2.15	3.41	3.8	5.8
Pain NRS	3.79±2.74	3.00	11.6	11.6
Physical NRS	3.88±2.59	3.00	6.7	0.9
Fatigue NRS	4.34±2.61	4.00	2.9	3.8
Sleep NRS	3.17±2.65	2.00	17.4	0.9
Emotional wellbeing NRS	3.82±2.44	3.00	5.8	0.9
Physical wellbeing NRS	3.83±2.43	4.00	6.7	2.9
Coping NRS	3.76±2.11	4.00	15.5	1.9

NRS, numeric rating scales; RA, rheumatoid arthritis; RAID, Rheumatoid Arthritis Impact of Disease

	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	β	IC95%	P	β	IC95%	P
Age	0.03	[-0.03-0.04]				
Disease duration	0.26	[0.002-0.01]	0.06	0.05	[-0.0016-0.003]	0.24
painVAS	0.79	[0.05-0.06]	<0.001	0.23	[0.005-0.02]	0.005
fatigue VAS	0.80	[0.05-0.07]	<0.001	0.28	[0.01-0.03]	<0.001
DAS28 ESR	0.75	[0.78-1.11]	<0.001	0.15	[0.02-0.35]	0.02
HAQ	0.26	[1.74-2.47]	<0.001	0.26	[0.02-0.35]	<0.001
HAD	0.56	[0.10-0.18]	<0,001	0.12	[0.007-0.06]	0.01

VAS= Visual Analogical Scale; DAS28 ESR: disease activity score28 Erythrocyte Sedimentation Rate; HAQ= Health Assessment Questionnaire; HADS: Hospital Anxiety and Depression scale.

5 CONCLUSION

The strongest determinants of lower QOL in Moroccan RA patients were disease activity, functional capacity, Pain, fatigue and psychological status. Greater emphasis on managing disability and providing psychosocial support should supplement clinical management so that HRQoL of RA patients can improve and better treatment outcomes achieved.

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no competing interests

REFERENCES

- [1] Mittendorf T, Dietz B, Sterz R, Cifaldi MA, Kupper H, von der Schulenburg JM. Personal and economic burden of late-stage rheumatoid arthritis among patients treated with adalimumab: an evaluation from a patient's perspective. *Rheumatology* 2008;47:188-93.
- [2] Tugwell P, Wells G, Strand V, Maetzel A, Bombardier C, Crawford B, et al. Clinical improvement as reflected in measures of function and health-related quality of life following treatment with leflunomide compared with methotrexate in patients with rheumatoid arthritis: Sensitivity and relative efficiency to detect a treatment effect in a twelve-month, placebo-controlled trial. Leflunomide Rheumatoid Arthritis Investigators Group. *Arthritis Rheum* 2000;43:506-14.
- [3] Strand V, Singh J. Newer biologic agents improve health related quality of life and productivity in rheumatoid arthritis. *Drugs* 2010;70:121-45.
- [4] Kimel M, Cifaldi M, Chen N, Revicki D. Adalimumab plus methotrexate improved SF-36 scores and reduced the effect of rheumatoid arthritis (RA) on work activity for patients with early RA. *J Rheumatol* 2008;35:206-15.
- [5] Kosinski M, Zhao SZ, Dedhiya S, Osterhaus JT, Ware JE Jr. Determining minimally important changes in generic and disease-specific health-related quality of life questionnaires in clinical trials of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 2000;43:1478-87.
- [6] Boers M, Tugwell P, Felson DT, et al. World Health Organization and International League of Associations for Rheumatology core endpoints for symptom modifying antirheumatic drugs in rheumatoid arthritis clinical trials. *J Rheumatol Suppl* 1994;41:86-9.
- [7] Felson DT, Anderson JJ, Boers M, et al. The American College of Rheumatology preliminary core set of disease activity measures for rheumatoid arthritis clinical trials. The Committee on Outcome Measures in Rheumatoid Arthritis Clinical Trials. *Arthritis Rheum* 1993; 36 : 729 – 40 .
- [8] Boers M, Tugwell P, Felson DT, et al. World Health Organization and International League of Associations for Rheumatology core endpoints for symptom modifying antirheumatic drugs in rheumatoid arthritis clinical trials. *J Rheumatol Suppl* 1994; 41: 86 – 9 .
- [9] Pincus T, Bergman MJ, Yazici Y, et al. An index of only patient-reported outcome measures, routine assessment of patient index data 3 (RAPID3), in two abatacept clinical trials: similar results to disease activity score (DAS28) and other RAPID indices that include physician-reported measures. *Rheumatology (Oxford)* 2008; 47: 345 – 9.
- [10] Kalyoncu U, Dougados M, Daurès JP, et al. Reporting of patient-reported outcomes in recent trials in rheumatoid arthritis: a systematic literature review. *Ann Rheum Dis* 2009;68: 183 – 90 .
- [11] Kirwan J, Heiberg T, Hewlett S, et al. Outcomes from the Patient Perspective Workshop at OMERACT 6. *J Rheumatol* 2003;30 : 868 – 72 .
- [12] Gossec L, Dougados M, Rinccheval N, et al. Elaboration of the preliminary Rheumatoid Arthritis Impact of Disease (RAID) score: a EULAR initiative. *Ann Rheum Dis* 2009; 68: 1680 – 5.
- [13] Gossec L, Paternotte S, Aanerud GJ, et al. Finalisation and validation of the Rheumatoid Arthritis Impact of Disease (RAID) score, a patient-derived composite measure of impact of rheumatoid arthritis. A EULAR initiative. *Ann Rheum Dis*.
- [14] Nikas SN, Voulgari PV, Alamanos Y et al. Efficacy and safety of switching from infliximab to adalimumab: a comparative controlled study. *Ann Rheum Dis* 2006;65:257-60.
- [15] van Vollenhoven R, Harju A, Brannemark S, Klareskog L. Treatment with infliximab (Remicade) when etanercept (Enbrel) has failed or vice versa: data from the STURE registry showing that switching tumour necrosis factor _ blockers can make sense. *Ann Rheum Dis* 2003;62:1195-8.
- [16] Nuijten MJ, Engelfriet P, Duijn K et al. A cost-cost study comparing etanercept with infliximab in rheumatoid arthritis. *Pharmacoeconomics* 2001;19:1051-64.
- [17] Arnett FC, Edworthy SM, Bloch DA, McShane DJ, Fries JF, Cooper NS, Healey LA, Kaplan SR, Liang MH, Luthra HS: The American Rheumatism Association 1987 revised criteria for the classification of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 1988, 31:315-324.
- [18] Abourazzak FE et al , Psychometric evaluation of a Moroccan version of health assessment questionnaire for use in Moroccan patients with rheumatoid arthritis *Rheumatology International*, Volume 28, Issue 12 , pp 1197-1203.
- [19] El-Rufaie OEFA, Absood G (1987) Validity study of the Hospital Anxiety and Depression Scale among a group of Saudi patients. *Br J Psychiatry* 151: 687-688.
- [20] Russak SM, Croft JD Jr, Furst DE, Hohlbauch A, Liang MH, Moreland L, et al. Evidence-based medicine working groups in rheumatology. The use of rheumatoid arthritis health-related quality of life patient questionnaires in clinical practice: lessons learned. *Arthritis Rheum*. 2003;49:574-84.

- [21] West E, Jonsson SW (2005) Health-related quality of life in rheumatoid arthritis in Northern Sweden: a comparison between patients with early RA, patients with medium-term disease and controls, using SF-36. *Clin Rheumatol* 24(2):117–122.
- [22] Bedi GS, Gupta N, Handa R, Pal H, Pandey RM. Quality of life in Indian patients with rheumatoid arthritis. *Qual Life Res*. 2005;14:1953–8.
- [23] Turid Heiberg, Cathrine Austad, Tore K Kvien, Till Uhlig . Performance of the Rheumatoid Arthritis Impact of Disease (RAID) score in relation to other patient-reported outcomes in a register of patients with rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 2011;70:1080–1082.
- [24] West E, Jonsson SW. Health-related quality of life in rheumatoid arthritis in Northern Sweden: a comparison between patients with early RA, patients with medium-term disease and controls, using SF–36. *Clin Rheumatol*. 2005;24:117–22.
- [25] Yousra Ibn Yacoub, Bouchra Amine, Assia Laatiris, Najia Hajjaj-Hassouni. Health-related quality of life in Moroccan patients with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* (2012) 31:1471–1477.
- [26] Haroon N, Aggarwal A, Lawrence A, Agarwal V, Misra R (2007) Impact of rheumatoid arthritis on quality of life. *Mod Rheumatol* 17(4):290–295.
- [27] Marra CA, Woolcott JC, Kopec JA, Shojania K, Offer R, Brazier JE, Esdaile JM, Anis AH (2005) A comparison of generic. Indirect utility measures (the HUI2, HUI3, SF-6D, and the EQ-5D) and disease-specific instruments (the RAQoL and the HAQ) in rheumatoid arthritis. *Soc Sci Med* 60:1571–1582.
- [28] da Rocha Castelar Pinheiro G, Khandker RK, Sato R, Rose A, Piercy J. Impact of rheumatoid arthritis on quality of life, work productivity and resource utilisation: an observational, cross-sectional study in Brazil. *Clin Exp Rheumatol*. 2013 May-Jun;31(3):334-40.
- [29] Saied Karimi, Mohammad Hossein Yarmohammadian, Azad Shokri, Payman Mottaghi2, Kamal Qolipour, Ayan Kordi, Najmeh Bahman Ziari. Predictors and Effective Factors on Quality of Life Among Iranian Patients with Rheumatoid Arthritis. *Mater Sociomed*. 2013 Sep; 25(3): 158-162.
- [30] Rupp I, Boshuizen HC, Jacobi CE, Dinant HJ, van den Bos GAM. Impact of fatigue on health-related quality of life in rheumatoid arthritis. *Arthritis Care & Research*. 2004; 51(4):578-585.
- [31] Pollard L, Choy E, Scott D. The consequences of rheumatoid arthritis:quality of life measures in the individual patient. *Clinical and experimental rheumatology*. 2005; 23(5): 43.
- [32] Faith Matcham1, Lauren Rayner1, Sophia Steer2 and Matthew Hotopf1. The prevalence of depression in rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatology* 2013;52:2136_2148.
- [33] Ozcetin A, Ataoglu S, Kocer E, Yazici S, Yildiz O, Ataoglul A, Icmeli C. Effects of depression and anxiety on quality of life of patients with rheumatoid arthritis, knee osteoarthritis and fibromyalgia syndrome. *West Indian Med J*. 2007 Mar; 56(2):122-9.

Enhancing Dyeing of Wool Fabrics with Natural Kamala Dye via Bio-Treatment with Safflower Extract

M.F. Shahin and H.S. El-Khatib

Textile Printing, Dyeing and Finishing Department, Faculty of Applied Arts, Helwan University, Cairo, Egypt

Copyright © 2016 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 work an attempt has been made to optimize the process of dyeing wool fabric with Kamala natural dye, firstly by enhancing the colour strength obtained via treating wool with Safflower enzyme extract.

The noticeable increasing in colour strength as a result of bio-treatment with Safflower extract is attributed to the enzyme extract which contains mainly lipase and protease enzymes which improve the dyeability of wool fabrics. All the parameters that may affect the bio-treatment process were studied in details, also the dyeing parameters such as dye concentration, pH value of the dyeing bath; both dyeing temperature and time were studied to determine the optimum conditions for both the treatment and dyeing processes.

In order to develop an eco-friendly natural dyeing process that is compatible with the environment, fixation process was made by using pomegranate as a natural mordant for the Kamala natural dye instead of the artificial ones. The factors affecting the fixation process with pomegranate natural mordant were investigated to conclude the optimum conditions of fixation stage.

It is obvious from this study the possibility of having bright deep colour from Kamala natural dye on the bio-treated wool fabric with good fastness properties that will match with the recent demands of using eco-friendly materials to be attuned with the environment.

KEYWORDS: Wool, Kamala natural dye, dyeing, bio-treatment, lipase, protease enzyme, pomegranate.

1 INTRODUCTION

Green chemistry using biotechnology has joined incredible importance in the textile wet processing industry. The search for new ,efficient and eco-friendly alternatives have increased interest in using green catalysts i.e., enzymes. Enzyme are organic protienaceous catalysts producing by all living cells .They obtained from three sources i.e., plant ,animal and microbial source like bacteria.[1] There are some researches related enzymes extracted from natural sources such as fungal source (brewer's yeast) [2-4] and plant source (seeds of safflower).[5] In general the use of enzymes leads to a reduction in water and energy consumption . In addition, they can often replace toxic chemical agents and be recovered from the wastewater and reused ,satisfying both environment and economic requirements.[6] Enzymes have been used for desizing, scouring ,polishing , washing, degumming and bleaching of fabrics as well as for decolouring of dyehouse wastewater.[1,7-10]

Wool fibres are one of the most popular natural biopolymers and they are commonly used for high grade textiles. However , existence of characteristic scales on the surface of wool fibres produces some undesired effects such as diffusion difficulty for dye molecules and felting propensity , thus hindering the process and application of wool products .[11] Several studies reported that biotreatment of wool improved antishrinkage properties , removed impurities and increased subsequent dyeing affinity were determined .[12-15]

The increasing awareness of health and pollution hazards of chemical dyestuffs has increased the interest in using natural dyes. Natural dyes have better biodegradability and generally have higher compatibility with the environment. They are nontoxic, non-allergic to skin, non-carcinogenic, easily available and renewable. [16] The lack of colour reproducibility is no

longer of importance but the issue of regarding light fastness and dye uptake remain. While metal salts mordants may offer good results, they do not satisfactorily address environmental concerns.[1] The usage of natural mordants is important to advance an eco-dyeing process. From this point of view, usage of natural mordants is with great importance to advance an eco-dyeing process, as using of *Tamarindus Indica* L. seed coat tannin as a natural mordant. [17] Also the powdered rind, or skin, of the pomegranate (*Punica granatum*) can be used as a tannin mordant, as well as a dye. [18]

The aim of this work is to use enzymes extract from plant(safflower) in order to develop an environmentally friendly alternatives to chemical processes and to examine the efficiency of safflower enzyme extract and its action on the woolen fabrics and subsequently on its dyeability when dyeing with Kamala natural dye. As well as to develop a complete eco-dyeing system that matches with the worldwide demands to use green substances through using natural dyes along with natural mordants

2 EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALS

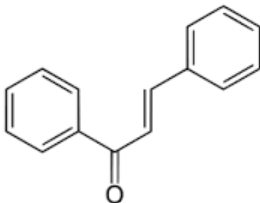
2.1.1 FABRIC

Scoured and bleached wool fabric ($\sim 154 \text{ g/m}^2$) was kindly supplied by Misr Helwan Co. for Spinning and Weaving Helwan, Egypt.

2.1.2 DYES

Kamala natural dye (extracted powder) was produced by "Table Rock Llamas Fiber Arts Studio, Inc.", Colorado, USA. The structure of Kamala dye was introduced in Table(1)

Table (1) : Structure of Kamala dye [19]

Common name	Botanical name	Part used	Chemical structure	C.I No.
Kamala	<i>Mallotus philipensis</i>	Fruits	Chalcone structure "Open chain analogues of flavonoids"  Chalcone	Natural orange 2

2.1.3 ENZYMES

Safflower seeds(*Carthamustinctorius*) were used to obtain enzymes extract for biotreatment of wool fabric .The seeds of Safflowers were obtained from local market.

2.1.4 MORDANTS

Pomegranate (*Punica granatum* L) dried powder "used as a natural mordant" was obtained from "Table Rock Llamas Fiber Arts Studio, Inc.", Colorado, USA.

2.1.5 CHEMICALS AND AUXILIARIES:

Sodium carbonate and acetic acid of laboratory grade were used. Dispersing agent (Ebcasperse N) and non ionic detergent: (Chromatech 3QJ) supplied by Chromatech Co. Egyptian British Co.

2.2 METHODS

2.2.1 PREPARATION OF THE SAFFLOWER ENZYME EXTRACT

The safflower seeds were soaked in water for 12 hours, and then they were germinated for 3 days after which they were grinded, then water was added (1000cm^3 /500gm of seeds) while stirring. Finally the extract was filtrated and stored in the refrigerator.

2.2.2 BIO-TREATMENT OF WOOL FABRICS

Wool fabrics were bio-treated with safflower extract solution at different concentrations ranging from 25 to 100% according to the volume of treatment bath.

The treatment process was carried at different pH values (4-8), for different durations ranging from 30 to 120 minutes and at temperatures from 40°C - 80°C . The pretreated samples were rinsed with cold water and then with hot water at 80°C for 10 minutes. Finally the samples were rinsed with cold water and air- dried.

After which the samples were dyed with kamala natural dye at L.R 1:100, 6% (o.w.f) dye and 2g/L dispersing agent at pH= 5.5. The dyeing process started at about 40°C then the temperature was gradually raised to 80°C during 15 minutes, after which the dyeing process continued for 60 min., then washing process was performed with 2g/L detergent at 50°C for 10 minutes.

2.2.3 DYEING OF WOOL FABRIC WITH KAMALA DYE

The biotreated wool fabrics(treated at the optimum condition) were dyed with Kamala natural dye at different dye concentrations ranging from 2 to 10% (o.w.f) at pH levels (4-8) for different durations (15-75 minutes) at temperatures ranging from 40°C - 100°C using 2g/L dispersing agent.

The dyed samples were then washed as mentioned earlier. The dyeing process is illustrated in **Fig. (1)**

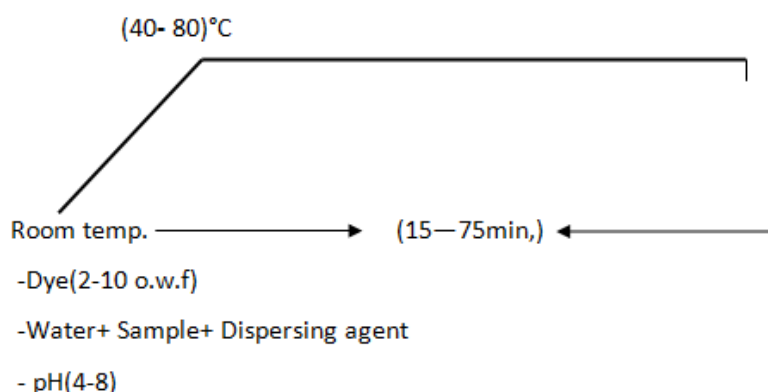


Fig. (1): Dyeing process curve

2.2.4 FIXATION OF KAMALA DYE USING POMEGRANATE NATURAL MORDANT:

After reaching the optimum conditions of the dyeing process ,pre-mordanting process were carried out and factors affected the fixation statement were determined. The pretreated wool samples were subjected to fixation process using pomegranate as a natural mordant, at bath L R 1:100, using 4% - 10 % (o.w.f) pomegranate solution, the pH value was adjusted at (4-8) , the temperature from 40°C to 100°C , time: 15-60 minutes , then the optimum dyeing was applied Finally the washing process takes place after mordanting as mentioned before.

2.3 MEASUREMENTS AND TESTING

2.3.1 COLOUR MEASUREMENTS

The dyed samples were subjected to colour measurement by using reflection spectrophotometer model Optimatch 3100, SDL Company, England. The K/S values were obtained directly according to Kubelka Munk equation:

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

Where K and S are the absorption and scattering coefficient respectively, and R is the reflectance of the dyed fabric.

2.3.2 DETERMINATION OF THE WETTABILITY

A standard method for measuring wettability was used to determine the wettability of the wool samples treated with different concentrations of safflower enzyme extract.

2.3.3 TENSILE STRENGTH OF FABRIC

This test was carried out in order to determine the change of the tensile strength of wool fabric after treating with enzymes extracted from safflower seed.

This Test was carried out on a tensile strength testing apparatus (QMat 5.37) according to ISO text method "EN ISO 13934-1; 1999 Maximum Force & Elongation- Strip Method".

2.3.4 COLOUR FASTNESS

Fastness properties of untreated and treated wool fabrics dyed with kamala natural dye and mordanted with pomegranate were evaluated according to ISO standard methods. The specific tests were: colour fastness to washing: ISO-X12(1987), and colour fastness to perspiration: ISO 105-E04. The samples were also subjected to light fastness standard test by AATCC test method 16-1993.

2.3.5 SCANNING ELECTRON MICROSCOPE ANALYSIS

Fiber samples for treated and untreated wool fabrics were viewed under scanning electron microscope (JE 100 s), at magnification=6000 x.

2.3.6 ENZYMATIC ANALYSIS OF THE SAFFLOWER SEEDS EXTRACTION

LIPASE ASSAY

Lipase activity was determined colorimetrically by p-nitrophenyl palmitate (pNPP) method.[20] The assay mixture contained 500 µL of the assay reagent [1 mL of pNPP (90 mg in 30 mL 2-propanol) and 9 mL of (Triton-X 100, 2.0 and gum Arabic, 0.5 g in 450 mL Tris/HCl buffer, 50 mM, pH 7.0). and 500 µL of enzyme solution. After incubation of the enzyme solution with substrate in water bath for 25 min at 40°C, the liberated p-nitrophenol was measured at 410 nm. One unit of enzyme was defined as the amount of enzyme that releases 1 µmol of p-nitrophenol per min.

PROTEASE ASSAY

The protease activity was determined using casein in 0.1 M phosphate-buffer, pH 7.0. The casein solution (500 µL) and 500 µL of enzyme solution was incubated in water bath at 40 °C for 25 min. The reaction was stopped by an addition of 0.5 mL of 10% TCA and the soluble peptides were separated by centrifugation for 10 min at 3000 rpm. The absorbance of the TCA-soluble peptides in the supernatant was measured at 280 nm). [21] The enzyme activity was calculated using tyrosine standard curve. One unit of alkaline protease was defined as one µmol of tyrosine liberated per min.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 OPTIMIZATION OF PRETREATMENT PROCESS

Wool is just one member of a group of proteins called keratin. Wool fibers are composed of two types of cell, namely, the cuticle cells and the cortical cells. The epicuticle of wool is strongly hydrophobic and forms a resistant barrier to the penetration of dyes. The cortex of wool fibers has a bilateral structure and can be subdivided into two parts, the orthocortex and the paracortex. The orthocortex has a more open structure and is more accessible to dyes and more reactive chemically than the paracortex. [22]

Enzymes are natural protein molecules that act as highly efficient catalysts in biochemical reactions.[23] At present, the applications of pectinases, lipases, proteases, catalases, xylanases etc., are used in textile processing.[24] However enzyme treatment with different concentrations wool fabric showed improvement in softness, slight weight loss, smoother surface scales, improved absorbency and drapability.[23]

Protease is a class of enzyme, that active only on protein macromolecules and their activity beings with hydrolysis of covalent peptide bond that link successive amino acid residues in a polypeptide chain and this process is termed proteolysis.[1] In particular, both anionic and non-ionic surfactants partially deactivate proteases but also have a pronounced inhibition of lipolysis. The effect of the lipase treatments, in general, is to reduce the fatty acid and other lipid signal intensities.[14]

In this study wool fabric was treated with safflower seeds extract which contained lipase and protease enzymes in order to improve its absorbance, hence enhancing the dyeability of wool with kamala natural dye.

3.1.1 ACTIVITY OF LIPASE AND PROTEASE IN SAFFLOWER SEEDS EXTRACT

In order to determine the activity of lipase and protease in the safflower seeds extract, the received extract was subjected to a biological analysis and the obtained results are illustrated in Table (2).

Enzyme	Activity
Protease	167 U/m167 U/ml
Lipase	82 U/ml

From the previous results we can conclude that there is an appreciable activity of both lipase and protease enzymes in the safflower seeds extract.

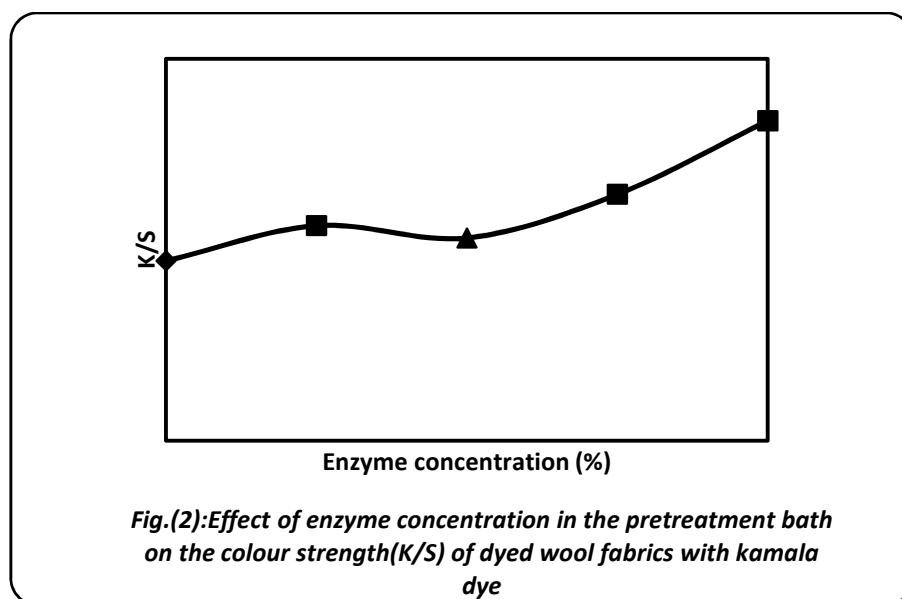
3.1.2 EFFECT OF ENZYME EXTRACT CONCENTRATION

Wool fabrics were subjected to a bio-treatment by using the safflower seeds enzymatic extract at different concentrations, in order to study its effect on the dyeability of wool to kamala dye.

Wool fabrics were bio-treated with safflower extract solution at different concentrations ranging from 25 to 100% according to the volume of treatment bath.

The pretreatment process was carried out at L.R 1:50, at pH value=7, and 70° C for 60 min. Then the dyeing operation were carried out with kamella dye as mentioned above

The colour strength of the dyed samples was measured and the results are illustrated in **Fig. (2)**.



Pretreatment: L.R: 1:50, at pH=7, and at 70° C for 60 min.

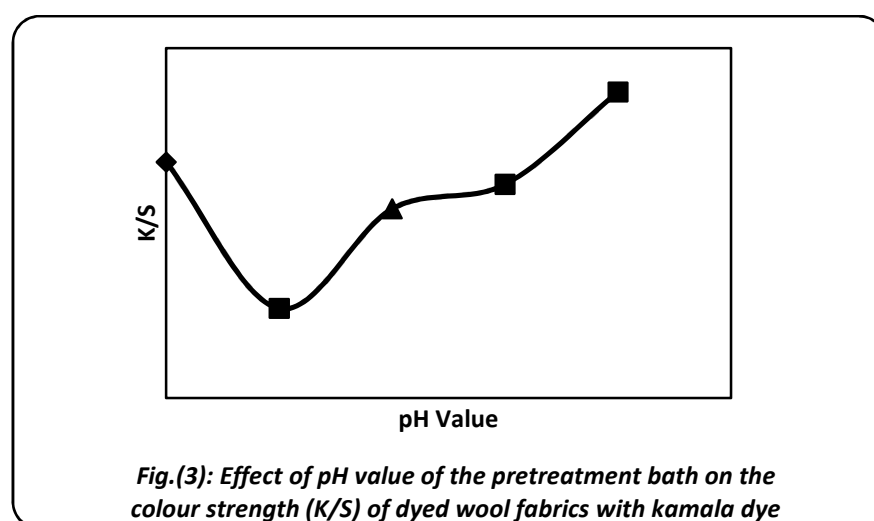
Dyeing: L.R 1:100, 6% natural dye, 2 g/L dispersing agent and at 80°C for one hour.

From the previous figure, it can be noticed that K/S is increased by increasing the enzyme concentration till it reaches its maximum value at the highest enzyme concentration of the treatment bath. increasing of the amount of enzymes and hence more effectiveness in the treatment of wool fabrics resulting in improving the dyeability with kamala natural dye. It is of great value to notice that the colour strength percentage (K/S %) was improved to 77.7% at 100% enzyme conc. in comparison with the untreated one.

Since wool fibre is mainly composed by polypeptides and small amount of lipids, so it is an ideal substrate for protease and lipase enzymes.[1] The action of lipase which is the main enzyme is to partially remove lipids from wool keratin surface and subsequently enhance the fibres absorbance and wettability.[14] As for protease enzyme, it causes the scales of wool to be flattened, also improves other physical properties including absorbency, dyeability and colour fastness properties, which proteases treatment helped to remove some of the hydrophobic compounds on wool surface.[23]

3.1.3 EFFECT OF PH VALUE OF TREATMENT BATH

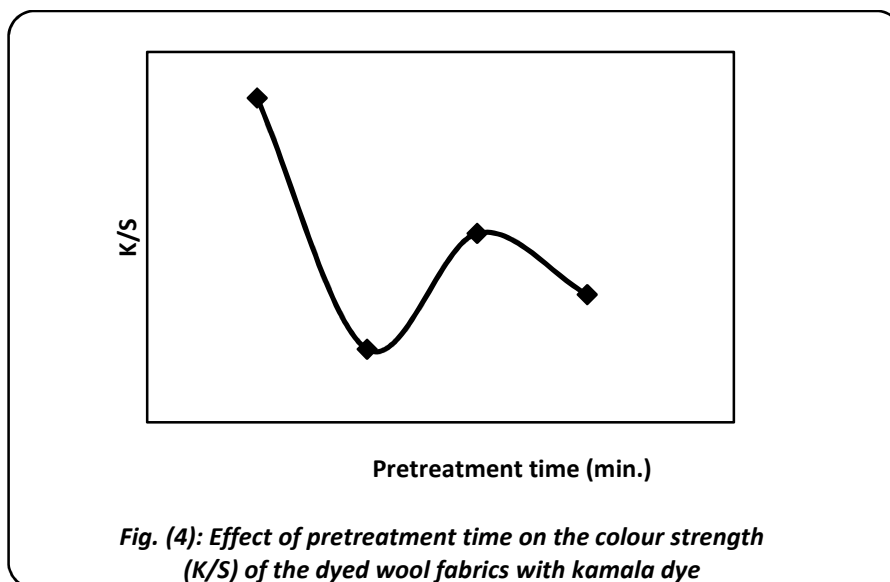
The pH value of the treatment bath plays a great rule as it controls the efficiency of the enzymes performance. In order to determine the effect of the pH value of the pretreatment bath on the colour strength of wool fabrics dyed with kamala dye, the wool specimens were treated at different pH values and the results are plotted in **Fig. (3)**.



From the figure, it can be concluded that the best pH value of the treatment bath to achieve the most efficient enzyme performance is at pH= 8 and pH= 4 .The activity of an enzyme strongly depends on the pH and temperature. Below the optimum pH and temperature, the enzyme, a protein, is denatured or inactivated, which decreases enzyme activity.[7]

3.1.4 EFFECT OF PRETREATMENT BATH TIME

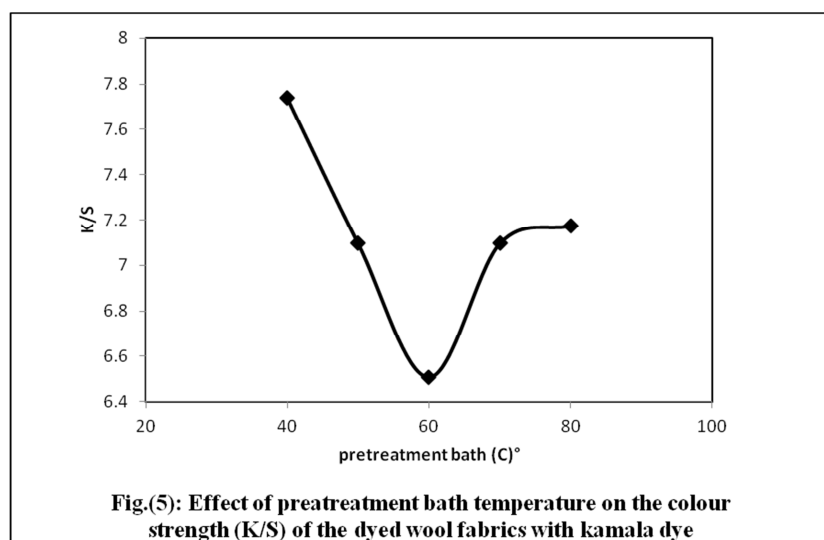
Wool fabrics were bio-treated with the safflower extract at different durations ranging from 30 to 120 minutes then they were dyed with kamala dye. The results are shown in Fig. (4).



It is obvious from the former figure that performing the pretreatment process for 30 minutes gives the maximum colour strength. It is evident from the figure that lasting the time of pretreatment ends in decreasing of the K/S obtained. This may leads to a decreasing in the activity of the mixed enzymes in the extracted solution.

3.1.5 EFFECT OF PRETREATMENT BATH TEMPERATURE

Temperature of the enzymatic pretreatment bath is one of the most important factors that affect and determine to great extent the enzyme activity. Therefore to find out the most suitable pretreatment temperature, wool fabrics were bio-treated with the safflower extract at various degrees of temperature and then they were dyed with kamala dye.



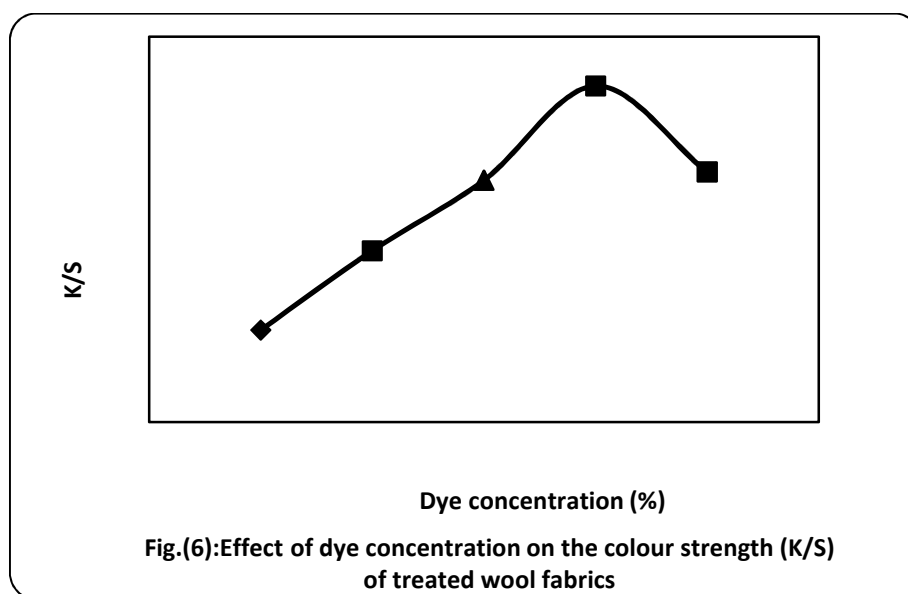
The results indicate that the most suitable temperature which establishes the maximum efficiency of the enzymes is at 40°C. This result because the enzyme is very sensitive to higher temperatures. The gap in hydrolytic activity was bigger depending on pH levels than on temperature values. [7]

3.2 OPTIMIZATION OF DYEING PROCESS

Treated wool fabrics were dyed with kamala natural dye. The factors that may affect the dyeing process were studied in details in order to figure out the optimum conditions to apply kamala to the treated wool fabrics.

3.2.1 EFFECT OF DYE CONCENTRATION

The treated wool fabrics were subjected to kamala dye bath at various dye concentration e.g. (2, 4, 6, 8, 10% o.w.f) L.R 1:100, pH= 5.5, 2 g/L dispersing agent and at 80°C for one hour . The measured colour strength results are plotted in **Fig. (6)**



From the previous figure, it is obvious that the K/S increase as increasing of Kamala natural dye concentration and the maximum K/S can be achieved at dye concentration (8%). After which there is a slight decrease in K/S.

One of the parameters affecting the rate of dye uptake of wool fibers is the cuticle layer.[25] during the enzymatic processes the bonds between macromolecules are reduced and new groups (amino) which dyestuffs can react with could be formed and the cuticle layer became thinner , and so the dye uptake became easier.[22] The used natural Kamala dye is plant (CI Natural orange 2) which produces a yellow colour, have chalcone structures which can be considered as open chain analogue of flavonoids. Flavonoids are water-soluble compounds with molecules derived from 2-phenyl-1,4-benzopyrone.[26] As generally known anionic dyes such as natural dyes, form electrostatic forces with the positively charged protonated amino groups ($\rightarrow\text{NH}_3$) of protein fibers. Furthermore van der Waals forces and hydrophobic interactions also involved between these dyes and protein fibers.[25] kamala powder can be used for dyeing wool and silk to bright orange-yellow and golden-yellow colors.[19]

3.2.2 EFFECT OF DYEING PH VALUE:

The pH value of the dyeing bath plays a great role especially when using natural dyes, so the dyeing process of the treated wool fabrics was carried out at various pH values ranging from 4 to 8. The results are shown in **Fig.(7)**

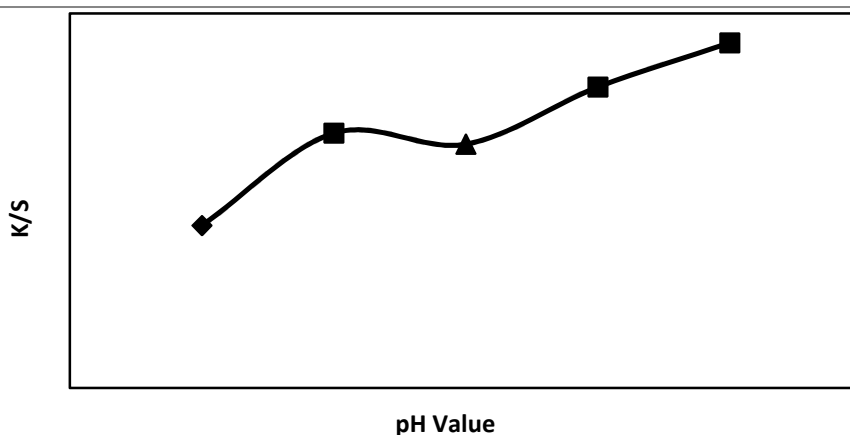


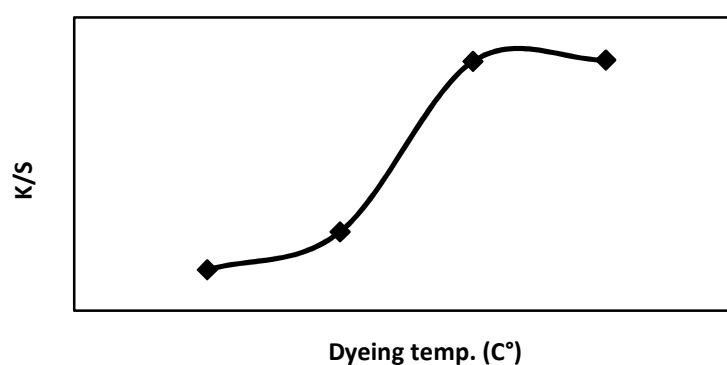
Fig.(7) Effect of pH value of the dyeing bath on the colour strength (K/S) of treated wool fabrics

From the prior figure, we can conclude that maximum K/S was recognized at pH=8 and this may be attributed to the nature of the dye, which is insoluble in water and became dispersed by adding alkali. The higher the pH value, the higher the amount of alkali added to the bath. Hence the more soluble is the dye.

It is evident from **Fig.(7)** that this natural dye has been higher colour strength on wool fiber in alkaline dyebath and the maximum K/S was recognized at pH=8. This may be due to effect of alkali on the chemical structure of the dye molecules and shift in the adsorption of dye molecules in alkaline media.[27] where the solubility of the dye increased as the nature of the dye. Flavones and flavonols have yellowish colours. The colours are sensitive to pH. The yellow becomes much deeper in solutions of high pH.[26]

3.2.3 EFFECT OF DYEING TEMPERATURE

Dyeing temperature is one of the most important factors that affect dyeing. In order to find the most suitable temperature to carry out the dyeing process at, the dyeing process was applied at various degrees of temperature from 40°C to 100°C. The results are illustrated in **Fig.(8)**.



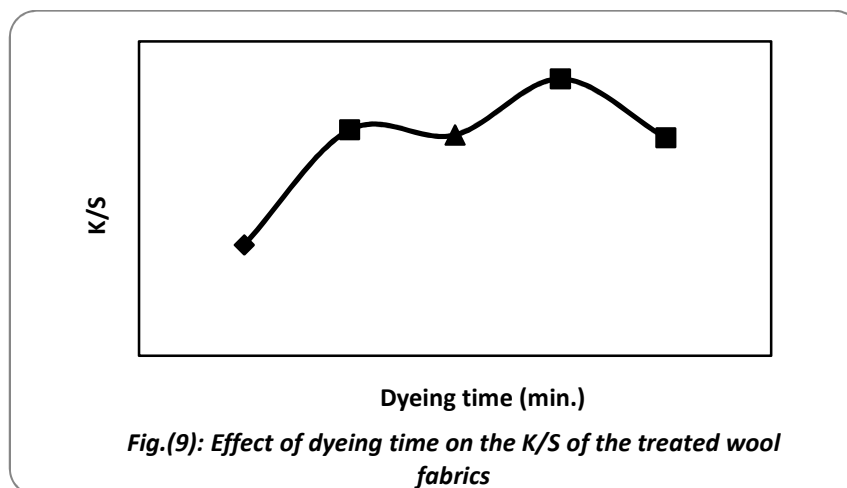
Fif.(8): Effect of dyeing temperature on the colour strength of the treated wool fabrics

We can notice from the previous figure that the K/S value of the treated wool fabrics dyed with kamala was increased by increasing the dyeing temperature until reaching its highest value at 100°C. Although, the dyeing process can be applied at 80°C because no much difference between K/S values at these two points.

The increasing in the colour strength which followed with increasing of the dyebath temperature is due to the breakdown of the dye aggregates, increase in the dye kinetic energy and swelling of the fiber at elevated temperatures.[27]

3.2.4 EFFECT OF DYEING TIME

The dyeing process was carried out on the treated wool fabrics by using 8% kamala dye, at pH= 8 and at 80°C for different durations e.g. (15, 30, 45, 60, 75) and the results are shown in Fig. (9).



From the above figure, we can conclude that maximum K/S can be achieved when dyeing for 60 minutes at 80 °C. There will be a decrease when continue dyeing for longer than 60 min. and this may be attributed to the non stability of the dye molecules at long durations getting out from the fabric leading to that decrease in the K/S. Hence, it is preferable to dye at 80°C for one hour.

3.3 OPTIMIZATION OF MORDANTING PROCESS

Mordant is a substrate which is used to improve the colour quality of natural dyes because mordant can be bonded with dyes molecule and fiber, called the colour lake region that increases the colorfastness quality.

Tannin is an astringent vegetable product found in a wide variety of plant parts such as bark, wood, fruit, fruit pods, leaves, roots and plant galls. Tannins are defined as naturally occurring water soluble polyphenolic compounds of high molecular weight containing phenolic hydroxyl groups to enable them to form effective crosslinks between proteins and other macromolecules. The use of tannin as mordant in dyeing with natural dyes catches a lot of interest in the natural dyes to increase the durability of the colour after washing and enhancing the quality of the natural dyed fabrics.[28] Tannin is largely employed in the dyeing, Tannin substances are used on account of their lower prices in mordanting.[29]

Tannins may be in the form of tannic acid or vegetable-tannin-containing substances such as myrobalan (Harda, Terminalia chebula), oak galls, sumac, or pomegranate rind may be used for mordanting. Rinds of pomegranate (Punica granatum) fruits are rich in tannins and are used for mordanting purposes.[19]

After figuring out the optimum conditions for dyeing treated wool with kamala dye, the treated wool fabrics were subjected to premordanting with a natural mordant (pomegranate). The mordanting factors that may affect the colour strength of the natural kamala dye on the bio-treated wool e.g. (mordant concentration, pH value of the mordanting bath, mordanting temp. and mordanting time) were studied in details in order to determine the optimum conditions to apply (pomegranate) on biotreated wool fabric before dyeing at L.R : 1:100, 8% dye, 2g/L dispersing agent at pH=8, and at 80° C for 60 min. the optimum condition. The result of these factors are showed in the following table.

Table (3): Effect of mordanting factors on the colour strength of dyeing biotreated wool fabric with kamala natural dye(premordanting)

Factors studied		K/S (W.L 400)
mordant concn.	Without mordant	6.4
	4%	6.5
	6%	6.8
	8%	7.1
	10%	7.1
pH value of mordanting bath	pH=4	9.2
	pH=5	7.3
	pH=6	7.9
	pH=7	8.1
	pH=8	8.4
mordanting temperature	40°C	7.8
	60°C	8.7
	80°C	9.9
	100°C	9.2
mordanting time	15min.	10.6
	30min.	11.2
	45min.	11.6
	60min.	12.0

From the previous table, the K/S values were found to be improved with increasing the natural mordant concentration, and the (8%) is the best concentration of the mordant to be applied on the treated wool fabrics as maximum K/S can be achieved.

The pH=4 is the best pH value of the mordanting bath that can achieve the maximum K/S of the dyed wool fabrics. Also the best temperature to carry out the mordanting process at is 80°C after which there will be a slight decrease in the K/S value. It is clear that by increasing the mordanting time from 15 to 60 minutes, the higher the K/S we can get to reach its maximum value at 60 min.

3.4 TENSILE STRENGTH TEST

Tensile strength testing was applied on both untreated (48 Kg/cm²) and treated wool fabrics (46 Kg/cm²) with (100%) enzymatic extract. By comparing the results, it is obvious that there is a slight decrease in tensile strength in the treated sample. This is result due to modifying morphological structure of wool fabric due to the hydrolysis of protein chains occurring with concentrations of proteases. With higher hydrolysis, the length of polypeptide chains in the proteins of wool decreases, and a lower energy is needed for the separation of chains and breakage of the fabric.[23]

3.5 SURFACE MORPHOLOGY OF WOOL FABRICS

Surface morphology of the untreated and treated wool samples is investigated by electron microscopy. The SEM micrographs are shown in **Fig. 10(a-b)**. The images demonstrate that the enzymatic treatment of wool samples accompanied with abrasion in the scales of wool surface leading to better absorption hence better dyeability.

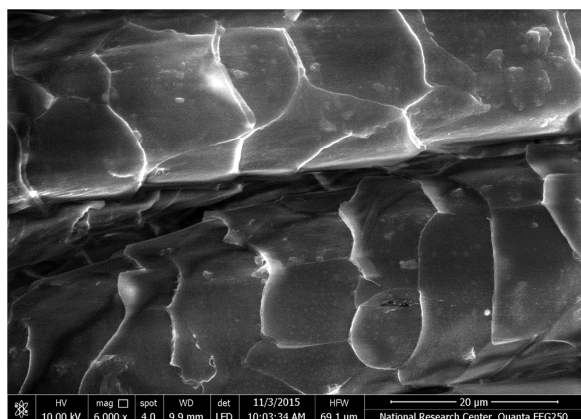


Fig.(10a): Untreated wool

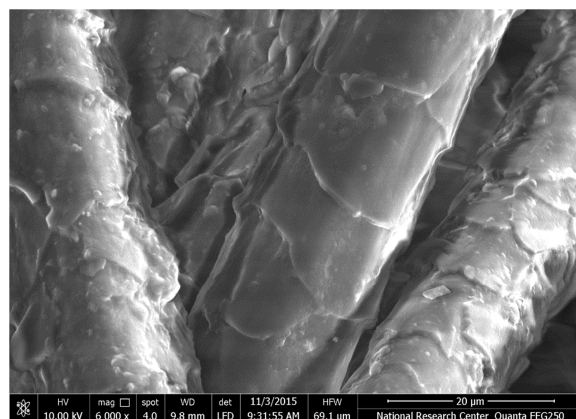


Fig.(10b): Treated w

SEM images showed that untreated wool fibre was rough and scales were sharp. The surface scales of wool fibre got blunt and the smoothness of surface was found enzymatic treatment blunted the sharp edge of the cuticle layer of angora fibers. As a result, the cuticle layer became thinner compared to the untreated one, and so the dye uptake became easier.[22]

3.6 DETERMINATION OF THE WETTABILITY OF WOOL FABRICS

To assess the effect of the enzymatic treatment on absorbability of wool fabric, the wettability of the treated wool fabric with different concentrations (25-100%) of safflower extract were carried out comparing the results with the blank. The data are illustrated in table (4).

Table (4): Effect of safflower extract concn. on the wettability of wool fabrics

Safflower extract concentration(%)	Time of disappearance of water drop
0	28 min.
25	41 sec.
50	31 sec.
75	28 sec.
100	16 sec.

It was observed from the table that the untreated sample showed no absorbency within 28 minutes and after enzymatic treatment it was improved with increasing the concentration of safflower extract , reached to 16 seconds. Table clearly reveals that once the percent of concentration has increased, the amount of time for the water drop to be absorbed decreased indicating that proteases treatment helped to remove some of the hydrophobic compounds on wool surface.[23]

3.7 FASTNESS PROPERTIES

The colour fastness properties of untreated and treated wool fabrics dyed with kamala natural dye and mordanted with pomegranate are evaluated in terms of fastness to washing , perspiration and light ,the results are illustrated in **Table(5)**. The fabrics are compared with grey scale to obtain the colour change compared with fabric before testing. Grey scale has scale from 1 to 5 that scale 1 indicates the most colour difference and scale 5 means no color difference.

Table (5): Colour fastness properties of untreated and treated wool fabrics dyed with kamala dye and mordanted with pomegranate

Samples	Washing			Perspiration						Light
	Alt.	Staining		Acidic				Alkaline		
		*	**	Alt	Staining		Alt.	Staining		
					*	**		*	**	
1-Untreated wool dyed with kamala	4/5	4/5	4/5	3	4	4	3/4	4	4	3
2- Untreated wool dyed with kamala and mordanted	4/5	5	4/5	3/4	4	4	3/4	4	4	4
3- Treated wool dyed with kamala	4/5	4/5	4/5	3	4	4	3/4	4	4	3
4- Treated wool dyed with kamala and mordanted	4/5	5	4/5	3/4	4	4	4	4	4	4

N.B: - (*) refers to staining on cotton fibres and (**) refers to staining on wool fibres.

-The light fastness was evaluated according to the grey scale i.e. (5 grades only).

From the previous table, it can be concluded that all samples show very good colour fastness properties especially for washing fastness compared to perspiration which showed a slight decrease. As for light fastness, one can notice that mordanting with pomegranate which contain tannins accompanied with an increase in the fastness for both untreated and treated wool fabrics. Mordanting not only increase the dye uptake for fabric but also form metal dye complex which is more stable than colouring component itself. [30]

In general tannins form three types of bonds with proteins (such as wool and silk). These are:

- hydrogen bonds between the phenolic hydroxyl groups of the tannins and both the free amino and amido groups of the protein,
- ionic bonds between suitably charged anionic groups on the tannin and cationic groups on the protein,
- covalent bonds formed by the interaction of any quinone or semiquinone groups that may be present in the tannins and suitable reactive groups in the protein.[22]

4 CONCLUSION

This study illustrate the possibility of extracting a mixture of enzymes from safflower seeds (protease – lipase) and use this enzymatic extract successfully in treating wool fabrics leading to an improvement in absorption hence in dyeability towards kamala natural dye. The optimum of enzymatic treatment summarized (6% conc. enzymes extract, pH 8, 30 minutes at 40°C), Also dyeing process (8% kamala natural dye, pH 8 , 60 minutes at 80 °C).

Pre-mordanting with a natural mordant (pomegranate) is achieved with 8% conc.at pH 4 for one hour at boiling. Accordingly there will be a great enhancement when dyeing wool with kamala natural dye and by using pomegranate as an eco-friendly mordant for better fixation of the natural dye; this will develop an entire eco-friendly system (beginning from pretreatment through dyeing and ending with mordanting) that matches with the environment demands. And the fastness properties improved according to this eco-friendly system.

REFERENCES

- [1] Ammayappan, L . , " Application of enzyme on woolen products for its value addition: An Overview", Journal of textile and apparel technology and management , vol.8,no.3 ,p.1-12, (2013).
- [2] H.S.El-Khatib and G.M.Shokry , Dyeing of cellulosic fabrics pretreated with brewer's yeast filtrate using natural casuarinas plant, journal of Science &Arts , vol.18,no.4,p.25-40 , (2007).
- [3] H.S.El-khatib, Dyeing of Bio-Treated Cotton / Wool Blend Fabric with New Natural Dye, 13th International Conference of The Faculty of Applied Arts,p.1-15,(2012).
- [4] H.S.El- Khatib, Dyeing ofWool/Nylon Blend Fabric with Camphor Plant After Bio-Treatment with Brewers 'Yeast Suspension, International Design Journal,no.12,p.143-152,(2012).
- [5] H.S.El- Khatib , Bio- Treatment of Cellulosic Fabrics (Cotton – Linen) Using Natural Enzyme Extracted from Safflower Seeds , 4 Intrnational Conference of Textile Reseach Division , April 15-17 , p.364 – 369, (2007).

- [6] Wimonrat S., Preechaya R., Wanvichit P. and Siwapol P., "Effect of enzymatic treatment on the dyeing of pineapple leaf fibres with natural dyes", *Science Asia*, vol. 35, p.31-36,(2009).
- [7] So H. L and Wha S. S., "Modification of polylactic acid fabric by two lipolytic enzyme hydrolysis ",*Textile Research Journal*, vol. 83,no.3, 229-237, (2013).
- [8] Nina S. and Petra F. T., "Complete enzymatic pre-treatment of cotton fabric with incorporated bleach activator ", *Textile Research Journal*, vol. 83: 566, (2013).
- [9] Elias A., Karl-H. R., Georg M., et al, "Enzymatic Decolorization of Textile Dyeing Effluents", *Textile Research Journal*, vol. 70: 409, (2000).
- [10] Graça M. B., Soares M., Teresa P., Amorim M. L. and Maria C.F., "Pilot-scale Enzymatic Decolorization of Industrial Dyeing Process Wastewater", *Textile Research Journal*, vol. 76: 4, (2006).
- [11] Jiugang Y., Qiang W., Xuerong F. and Ping W., "Enhancing Dye Adsorption of Wool Fibers with 1-butyl-3-methylimidazolium Chloride Ionic Liquid processing", *Textile Research Journal*, vol. 80: 1898, (2010).
- [12] Riva A., Algaba J. and Prieto R., "Dyeing Kinetics of wool fabrics pretreated with protease" *Colouration Tehnology*, vol. 118:2 ,p.59-63 (2002).
- [13] Kantouch A., Rslan W.M and El Sayed H., "Effect of Lipase pretreatment on the dye ability of wool fabric " *Journal of Natural fibres*, vol.2,p.35-48 (2005).
- [14] Mall J.K., Sims P. and Carr C. M., "Surface chemical analysis of Lipase enzyme treatment on wool and mohair" *The Journal of The Textile Institute*, vol.93:1,p.43-51(2002).
- [15] Monlleo D., Julia M., Pinazo A., Erra, P., "Use of Lipase for wool modification ", *Melliand Text.*, vol.5,p.402-405(1994).
- [16] Kanlayanee B. and Sunan S., "Influence of silk surface modification via plasma treatments on adsorption kinetics of lac dyeing on silk", *Textile Research Journal*, vol.83:3,p. 288–297 (2013).
- [17] Prabhu K.H. and Teli M.D., "Eco-dyeing using Tamarindus indica L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity", *Journal of Saudi Chemical Society*, vol.18,p.864-872, (2014).
- [18] <http://www.motherearthnews.com>
- [19] Sujata Saxena and A. S. M. Raja, *Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues*, Springer Science+ Business Media Singapore, p.37-79, (2014).
- [20] Vorderwuelbecke T., Kieslich K. and Erdmann H., "Comparison of lipases by different assays", *Enzyme Microb Technol.*, 14, P. 631-639, (1992).
- [21] Amara, A. A., Hassan, M. A., Abulhamd, A. T. and Haroun B. M., "Non-mucoid P. aeruginosa aiming to safe production of protease and lipase", *Inter. Sci. and Invest. J.*, 2(5), (2013).
- [22] E. Perrin Akçakoca Kumbasar, Riza Atavand M. Ibrahim Bahtiyari Effects of Alkali Proteases on Dyeing Properties of Various Proteinous Materials with Natural Dyes, *Textile Research Journal*, Vol 79(6): 517–525,(2009).
- [23] Pooja, Ekta Sharma, Nargis Fatima Quality Improvement of Wool Fabric Using Protease Enzyme Environment and Ecology Research 2(8): 301-310, (2014).
- [24] Kiro D. Mojsov, Trend in Bio-processing of Textile: A Review, *Advanced Technologies*, 3(2) 135-138, (2014).
- [25] Riza Atav and Fatih Tu`rkmen, Investigation of the dyeing characteristics of alpaca fibers (Huacaya and Suri) in comparison with wool *Textile Research Journal*, Vol. 85(13) 1331–1339,(2015).
- [26] ACTIVITY BRIEF, Extracting and testing a natural plant dye, *advanced applied science*, p.1-19, (2008).
- [27] Aminoddin Haji, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, OPEN ACCESS Natural dyeing of wool with Arnebia euchroma optimized by plasma treatment and response surface methodology Vol. 5, No. 2, p. 493-498,(2014).
- [28] M. D. Teli, Javed Sheikh, Maruti Kamble, Ecofriendly Dyeing and Antibacterial Finishing of Soyabean Protein Fabric Using Waste Flowers from Temples, *Textiles and Light Industrial Science and Technology (TLIST) Volume 2 Issue 2*, April(2013).
- [29] Thet Thet Aung and New Yee Win, Extraction of Naturale Mr 2o0r0d8a)n t from Plant Source for Dyeing Application, *International Conference on Sustainable Development: Issues and Prospects for the GMS*, 12-14 Nov. (2008).
- [30] Priti B. Tayade, Ravindra V. Adivarekar, Dyeing of Silk Fabric with Cuminum Cyminum L as a Source of Natural Dye, *International Journal of Chem.Tech. Research*, Vol.5, No.2, p. 699-706,(2013).

