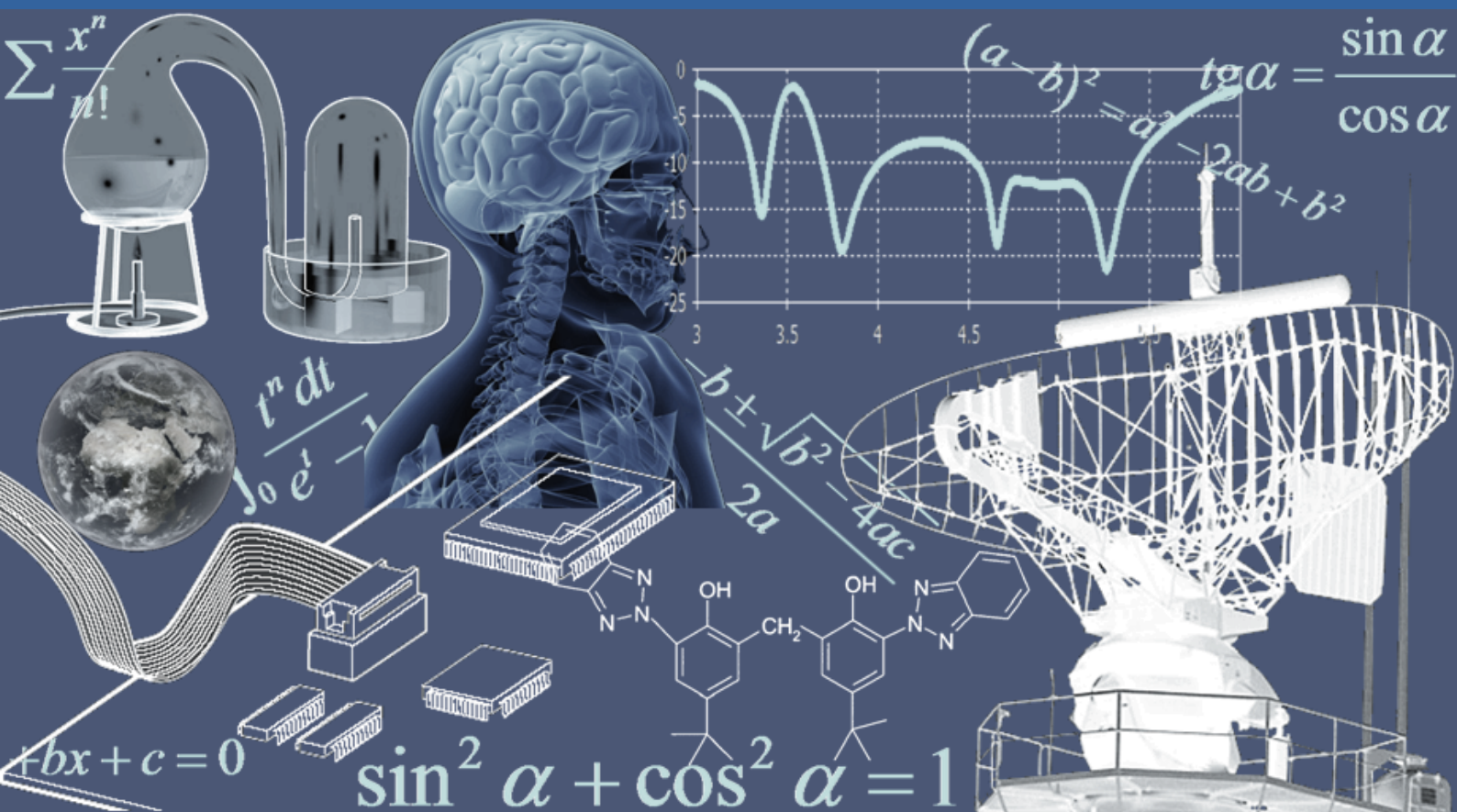


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 13 N. 4 December 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Appui à l'entrepreneuriat des jeunes diplômés au Maroc : Leçons du passé et perspectives d'avenir	742-755
Effets biocides des alcaloïdes extraits des racines d' <i>Anacyclus pyrethrum</i> L. (Asteracées) sur <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fab.) (Coléoptera : Bruchidae)	756-774
Open pits geochemistry from the abandoned mine area of the High Moulouya District (NE-Morocco)	775-780
Analyse Spatiale de la Pollution Particulaire au niveau de la Ville de Meknès (Maroc)	781-788
Étude Ethnobotanique des Astéracées dans la Région Meknès-Tafilalet (Maroc)	789-815
تأثيرات بعض المركبات الفينولية على نمو وتكاثر الحشرات الضارة بالقمح	816-823
Tourisme, croissance et taux de change - Cas de l'Algérie : Une approche économétrique	824-833
Swelling and FTIR studies on poly vinyl alcohol / carboxymethyl cellulose blend films	834-838
The Concept of Business Ethics as viewed by Jordanian working women	839-845
L'Union européenne et la ruée vers les terres agricoles des pays du sud	846-853
Pleural epithelioid sarcoma: A case report and review of the literature	854-858
Tumeur à cellules granuleuses du sein simulant un carcinome mammaire	859-863
Enquête ethnobotanique sur l'utilisation de <i>Pistacia lentiscus</i> au Nord du MAROC (Taounate)	864-872
Business Growth thru Social Media Marketing	873-880
Chemical Characterization and Antibacterial Evaluation of <i>Juniperus phoenicea</i> L. Leaves and Fruits' Essential Oils from Eastern High Atlas (Morocco)	881-889
SARCOMA STROMAL ENDOMETRIAL : à propos d'un cas	890-893
New Correlations for Gas Oil Ratio and Oil Formation Volume Factor for Gas Condensate Reservoirs	894-900
ETUDE DU PHOTOPERIODISME DES ECOTYPES DE SORGHU DU BURKINA FASO	901-909
Les Produits Dérivés du Cacao et des Cafés: une Alternative pour Assurer la Sécurité Alimentaire en Zones Rurales au Cameroun	910-920
Caractérisation physico-chimique des lixiviats d'une décharge : cas du lieu d'enfouissement sanitaire de Ouèssè-Ouidah (sud Bénin)	921-928
On Fuzzy Semiprime Submodules	929-934
A Conspicuous Survey of Green Computing Environmental Impact	935-945
A Hybrid Neuro-Fuzzy Approach for Black Oil Viscosity Prediction	946-957
ETUDE MATHEMATIQUE ET OBSERVATIONS D'UN SIGNAL ANALYTIQUE : LA CAUSALITE	958-964
DIAGNOSTIC PRELIMINAIRE DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX DE L'OUED HASSAR APRES INSTALLATION DE LA STATION D'EPURATION DE MEDIOUNA (CASABLANCA, MAROC)	965-978
Impact de la décharge d'Akouédo (Abidjan - Côte d'Ivoire) sur les populations: étude socio-économique et environnementale	979-989

Appui à l'entrepreneuriat des jeunes diplômés au Maroc : Leçons du passé et perspectives d'avenir

[Supporting entrepreneurship for young graduates in Morocco: Lessons from the past and prospects for future]

Laila El Ouarat¹ and Moha Arouch²

¹Laboratoire « Ingénieur, Management et Innovation »,
Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1^{er}, Settat, Maroc

²Laboratoire « Stratégie et Management des Organisations (LASMO) »,
Ecole Nationale de Commerce et Gestion, Université Hassan 1^{er}, Settat, Maroc

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

ABSTRACT: Two great public programs supporting entrepreneurship by young graduates have been conducted over the last twenty five years in Morocco. This was the program « Credit Young Promoters » and the Programme « Moukawalati ». However, a review of these two major programs shows very low results. The explanation is related to some inherent weaknesses and to some extrinsic issues.

Following this review, we were able to develop some reflections that may help to overcome the mistakes made and consider the unknown angles. These reflections are based on the passage from a pushed flow strategy of entrepreneurial act to a pull flow strategy, from a short-term vision to a long-term one, from an endogenous approach to an exogenous one, from a "Project" approach to a "Person" approach and from an ad hoc training to lifelong learning.

The goal is not to reduce the entrepreneurial into a simple workaround for the problem of unemployment, to adopt a clear and consistent vision over the long term, and to create a strong entrepreneurial chain where different stakeholders are actually and permanently engaged.

KEYWORDS: Supporting young entrepreneurs, Credit Young Promoters, Moukawalati, entrepreneurial chain, exogenous approach "Person" approach lifelong learning.

RÉSUMÉ: Deux grands programmes publics d'appui à la création d'entreprises par les jeunes diplômés ont été menés au cours des vingt cinq dernières années au Maroc. Il s'agit du programme Crédit Jeunes Promoteurs et du programme Moukawalati. Toutefois, une revue de ces deux grands programmes démontre des résultats très faibles. L'explication se trouve au niveau de failles intrinsèques à ces programmes ainsi qu'au niveau de problématiques extrinsèques.

Suite à cette revue, nous avons pu développer quelques réflexions pouvant permettre de dépasser les erreurs commises et de considérer les angles ignorés. Ces réflexions concernent le passage d'une stratégie de flux poussé de l'acte entrepreneuriale à une stratégie de flux tiré, d'une vision court-termiste à une vision à long terme, d'une approche endogène à une approche exogène, d'une approche « Projet » à une approche « Personne », et d'une formation ponctuelle à un apprentissage permanent. Le but étant de ne plus réduire l'entrepreneuriat en un simple palliatif au chômage, d'adopter une vision claire et homogène sur le long terme, de créer une chaîne entrepreneuriale forte où les différents parties prenantes sont réellement et durablement engagées.

MOTS-CLEFS: Appui aux jeunes entrepreneurs, Crédit Jeunes Promoteurs, programme Moukawalati, chaîne entrepreneuriale, approche exogène, approche « Personne », apprentissage permanent.

1 INTRODUCTION

Le chômage des jeunes diplômés, a été et demeure l'une des problématiques les plus préoccupantes pour le Maroc. D'ailleurs, les statistiques du Haut Commissariat au Plan démontrent un taux de chômage avoisinant les 20% auprès de ces jeunes.

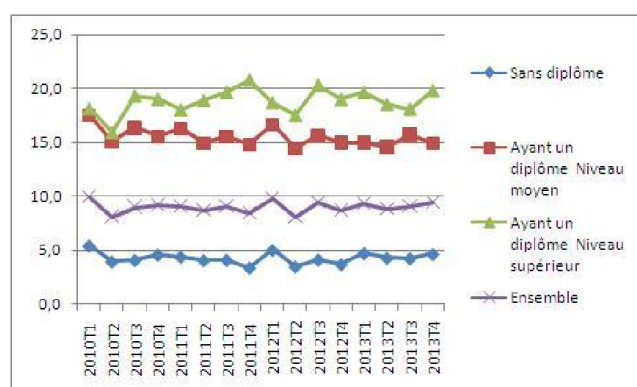


Fig. 1. Evolution du Taux de chômage des jeunes selon le diplôme 2010 -2013 [1]

Les pouvoirs publics ont pris conscience, depuis plus de 30 ans, que la promotion de l'entrepreneuriat auprès de ces jeunes pourrait constituer une solution potentielle à ce fléau, et ce face à l'impuissance de l'offre publique à absorber le nombre important des diplômés, et à la difficulté pour l'offre privée de trouver les profils adéquats à ses besoins. L'auto-insertion et l'auto-emploi sont alors apparus comme des solutions dynamiques et multiplicatrices permettant potentiellement une résolution constructive et pérenne du chômage des jeunes.

Plusieurs programmes d'appui à la création d'entreprises par les jeunes, ont ainsi vu le jour à partir des années 80 du siècle dernier. Deux programmes phares ont marqué toute cette période. Il s'agit du programme Crédit Jeunes Promoteurs et du programme Moukawalati.

Cet article a pour but de fournir, dans une première partie, une revue de ces programmes. Cette revue touche les caractéristiques de ces programmes, leurs objectifs initiaux et leurs résultats, et met la lumière sur les principales contraintes intrinsèques et extrinsèques qui ont influencé leur efficacité.

Des recommandations, susceptibles d'améliorer les futurs programmes pour un meilleur appui aux jeunes entrepreneurs Marocains, seront abordées dans une deuxième partie.

2 REVUE DES DEUX PRINCIPAUX PROGRAMMES PUBLICS D'APPUI À LA CRÉATION D'ENTREPRISES PAR LES JEUNES AU MAROC

2.1 CRÉDIT JEUNES PROMOTEURS

Le programme Crédit Jeunes Promoteurs a été le premier programme national d'appui à la création d'entreprises par les jeunes diplômés. Ce programme a connu beaucoup de changements et de réformes. Toutefois, ses résultats n'ont pas été à la hauteur de ceux escomptés.

2.1.1 LANCEMENT DU PROGRAMME

La question de la promotion des petites et moyennes entreprises (PME) au Maroc a suscité l'intérêt des pouvoirs publics à partir des années 70. En effet, la première mesure concernant les PME au Maroc date de 1972. Cette mesure s'est concrétisée à travers la mise en place de trois mécanismes, qui visaient le renforcement de lignes de financement et la promotion de l'octroi des crédits d'investissement à moyen terme [2].

Cet effort d'appui financier aux PME n'ayant pas pu combler toutes les demandes de création, et spécialement celles des jeunes, l'Etat marocain a mis en place un programme d'appui dédié exclusivement aux jeunes promoteurs, leur facilitant l'accès à l'emprunt pour s'installer à leurs propres comptes. Cette initiative de l'Etat s'est encore plus justifiée par sa volonté de faire profiter cette cible des opportunités d'investissement notamment pour absorber la crise de chômage aggravé par le Programme d'Ajustement Structurel.

C'est ainsi qu'un dispositif sous forme de « Prêts de soutien à certains promoteurs », plus connu sous le nom de Crédit Jeunes Promoteurs, a été institué grâce à la loi 36/87 décrétée le 30 Décembre 1987 et mis en application en Août 1988 [3].

L'objectif de ce dispositif était d'encourager les jeunes diplômés de l'enseignement supérieur ou professionnel à créer des entreprises, grâce à des conditions de financement très avantageuses, notamment une participation personnelle qui ne dépasse pas les 10% du coût du projet.

Les 90% restant étaient financés par l'Etat (65%) et un établissement bancaire (25%).

Le plafond des prêts octroyés était de 1.000.000 Dhs par emprunteur à un taux d'intérêt de 7% par an pour les crédits à long terme et 9% par an pour les crédits à moyen terme, pour une durée maximale de 12 ans.

Les jeunes promoteurs, pour bénéficier de ce crédit devaient répondre à des certaines conditions d'éligibilité imposées par le ministère de finances. Il s'agissait d'être de nationalité marocaine, âgé de 21 à 40 ans, titulaire d'un diplôme d'enseignement supérieur ou de formation professionnelle, ou ayant une attestation certifiant une qualification professionnelle permettant l'exercice d'une activité.

Les créations devaient impérativement être sous forme d'entreprises individuelles ou de sociétés de personnes dont l'objet correspond à la qualification de ou des intéressés.

2.1.2 EVOLUTION DU CRÉDIT JEUNES PROMOTEURS

Le mécanisme de financement mis en place a connu une certaine dynamique de 1988 jusqu'à 1992, grâce à l'effort a été déployé à divers niveaux par de multiples instances (Ministère des finances, Conseil National de la Jeunesse et l'Avenir, le Groupement Professionnel des Banques du Maroc, et autres acteurs).

Toutefois, cette dynamique restait inférieure à celle prévue, ce qui a entraîné une remise en question du programme, et une concrétisation de sa réforme, en 1994, à travers deux lois distinctes mais complémentaires [4].

Ces deux lois sont:

- **La loi 14-94 du 25 Juillet 1994** : Cette loi a apporté des modifications à la loi 36-87 relative à l'octroi de « Prêts de soutien à certains promoteurs ». Ces modifications avaient touché principalement l'éligibilité au système de prêt, tant au niveau des personnes qu'au niveau des projets ; les modalités et caractéristiques du prêt ; les garanties et le recouvrement contentieux du prêt.

Ainsi:

- L'âge des bénéficiaires a été relevé à 45 ans.
- L'adéquation entre la nature du projet et la qualification du porteur du projet n'était plus exigée. Toutefois, un complément de formation pouvait être exigé par la banque préalablement à l'octroi du crédit.
- Il était devenu possible d'obtenir trois prêts conjoints individuels dans le cadre d'une société de personnes ou de coopérative.
- L'association dans le cadre d'une société de personnes ou de coopérative était devenue envisageable avec des partenaires non éligibles.
- En cas de cessation d'activité, il était devenu possible d'opérer la cessibilité des prêts et par conséquent des projets financés.
- Les frais de la commission d'étude ont été supprimés.
- Les prêts conjoints sont accordés par l'Etat à hauteur de 45% du coût d'investissement, aux taux de 5% l'an, pour une durée de 12 à 15 ans, et par un établissement de crédit à hauteur de 45%, à un taux de rémunération inférieur d'au moins 2 points du taux des crédits à moyen terme réescomptables, pour une durée de 7 à 10 ans.
- Un fonds de garantie géré par Dar Ad-damane a été mis en place. Son budget était de 125 millions de Dhs. En cas de recouvrement contentieux, la banque concernée pouvait directement mettre en jeu la garantie accordée par ce fonds.

- **La loi 13-94 du 25 Juillet 1994** : Cette loi instituait le « Fonds pour la promotion de l'emploi des jeunes » ou « Fonds pour jeunes entrepreneurs ». Elle prévoyait les mêmes encouragements de la loi 14-94, mais s'adressait aux jeunes entrepreneurs qui ne remplissaient pas les conditions de diplômes ou de qualifications exigées par le premier fonds.

Un accent particulier a été aussi mis en faveur du milieu rural.

2.1.3 BILAN DU CRÉDIT JEUNES PROMOTEURS

Sur la période de 1988 à 2000, 10.613 promoteurs ont bénéficié du programme Crédit Jeunes Promoteurs, pour un investissement de 5.358.371.100,00 Dhs et 41.230 emplois créés.

Ces résultats ne correspondaient nullement aux prévisions initiales du programme, qui prévoyait la création de 2.000 à 3.000 entreprises par an, générant 2 à 3 emplois/entreprise au minimum.

L'analyse sectorielle de ces résultats révèle une grande prédominance du secteur tertiaire qui attirait plus de 80% des promoteurs et était à l'origine de la création de près de 70% des emplois, alors que l'Etat misait sur la promotion de l'industrie.

Tableau 1. Répartition des crédits jeunes promoteurs par secteur d'activité du 01/07/1988 au 31/12/2000 [5]

Secteur d'activité	Nombre de promoteurs	Investissement en Dhs	Part de l'Etat en Dhs	Part des banques en Dhs	Emplois créés
Agriculture	464	316.020.061	151.013.207	103.580.090	2.229
Industrie	1.585	837.820.723	420.962.208	270.723.334	10.568
Services	8.564	4.204.530.315	2.080.613.038	1.391.587.672	28.433
Total	10.613	5.358.37.100	2.652.588.543	1.765.891.096	41.230

La figure ci-dessous montre qu'à partir de la moitié des années 90, et ce malgré l'adoption des nouvelles réformes, le Crédit Jeunes Promoteurs n'a pas cessé de se déclinier d'année en année, entraînant ainsi sa cessation progressive d'année en année.

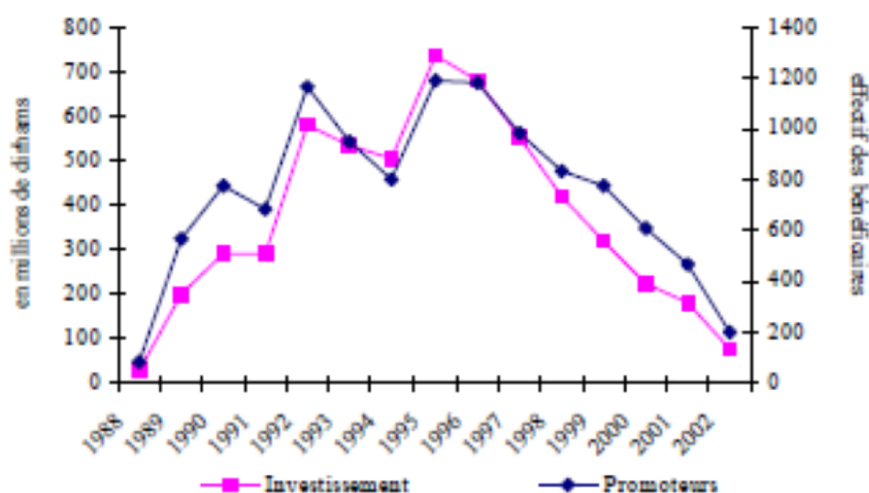


Fig. 2. Fluctuations du Crédit Jeunes Promoteurs entre 1988 et 2002 [6]

En fin, le bilan du programme Crédit Jeunes Promoteurs ne peut être clôturé sans mettre la lumière sur la grande problématique du recouvrement. En fait, le Groupement Professionnel des Banques du Maroc avait affiché en 2000 un taux d'impayé moyen variant de 18% à 43% selon le secteur d'activité.

2.1.4 LEÇONS TIRÉES DU CREDIT JEUNES PROMOTEURS

Les principaux renseignements tirés de l'expérience du Crédit Jeunes Promoteurs sont :

- **Un programme aussi structurel ne peut pas être lancé de façon hâtive** : La loi initiale ainsi que celles complémentaire ont été rédigées et lancées dans un contexte d'urgence et de pression politique, notamment suite à la crise économique aggravée par le Programme d'Ajustement Structurel [7].
- **Le financement seul est insuffisant** : Même si le financement est vital pour tout projet de création, il ne constitue qu'un maillon de toute une chaîne, dont doivent faire partie la formation, l'accompagnement, etc.

Des acteurs doivent être désignés afin de prendre en charge l'accompagnement et la formation des jeunes promoteurs.

- **Soulager la lenteur administrative** : Les jeunes promoteurs souffraient de la lenteur des procédures administratives, que ce soit au niveau des procédures de création et d'autorisations, qu'au niveau des procédures de déblocage des fonds.

La solution de la création d'un guichet unique s'est avérée indispensable pour faciliter la réception des candidats, leur présélection et leur accompagnement lors des procédures de création. Pour les délais de déblocage des fonds, la solution serait de décentraliser cette opération.

- **Encourager l'engagement des établissements bancaires** : Hormis la Banque Centrale Populaire qui se présentait comme étant la plus engagée dans l'appui des jeunes promoteurs (67% des projets financés), les autres établissements bancaires n'avaient pas pu adhérer activement dans ce programme. Leur attitude se justifiait par la problématique des garanties et par les lacunes au niveau du montage des études de faisabilités des projets soumis.

Etant des acteurs principalement à but lucratif, les banques devaient être plus rassurées quand aux contentieux de recouvrement potentiels, et ce par le biais d'un renforcement des fonds de garantie. Tout en misant sur leur responsabilité sociétale pour adhérer au volet social des programmes.

- **Différencier et adapter les offres de crédit selon les spécificités des projets** : Il s'est avéré insensé de présenter une offre unique à tous les porteurs de projets. En fait, les montants octroyés, les exigences quant à la répartition des fonds, les procédures, etc. étaient identiques quelque soit la qualification du porteur de projet, la nature du projet, le secteur d'activité, la localisation territoriale, etc.
- **Promouvoir les structures de promotion et de soutien des PME** : Les divers acteurs avaient pris conscience de la nécessité de créer une agence nationale, à l'image de l'ANPE en France, pour assister les PME et accompagner leur développement, et aussi promouvoir le rôle des chambres de commerce par région [8].
- **Développer des programmes de formation à l'entrepreneuriat** : L'expérience a démontré que l'insertion de programmes de sensibilisation et de formation à l'entrepreneuriat, au niveau des cursus scolaires et universitaires pourrait contribuer au développement de l'esprit entrepreneurial et d'approprier les difficultés de commercialisation, les problèmes de productivité, les erreurs de qualité, qui avaient lourdement influencé la compétitivité et la viabilité des entreprises créées.
- **Laisser au jeune promoteur le choix de la forme juridique** : Tout entrepreneur devait impérativement opter pour une entreprise individuelle, une société de personne ou une coopérative. Cette limitation avait suscité une démobilisation et un découragement de la part des jeunes promoteurs vu le risque d'une procédure pénale en cas de cessation de paiement.

Une ouverture au niveau des choix de formes juridiques permettrait aussi aux jeunes de tirer profit des divers avantages liés à certaines formes, et pourrait aussi leur permettre plus de chance au niveau de la recherche d'associés.

- **Soulager la pression fiscale et financière** : Les structures fraîchement créées par les jeunes n'avaient pu bénéficier d'allègement au niveau fiscal, ce qui avait encore plus alourdi leurs contraintes.

Au niveau des charges financières, même si les taux d'intérêts, appliqués et par l'Etat et par les établissements de crédit ont baissé de 2 points, toutefois, ils demeuraient cher par rapport à la volonté d'insertion des jeunes.

- **Assurer des incubateurs et des pépinières d'entreprises** : La disponibilité des locaux était parmi les obstacles majeurs qu'affrontaient les jeunes promoteurs [9]. Les décideurs avaient pris conscience de la nécessité de mettre à la disposition des jeunes promoteurs de locaux équipés et à des prix accessibles ou même symboliques.

Ces principaux renseignements tirés ont permis aux pouvoirs publics de proposer un autre programme d'appui aux jeunes entrepreneurs, à savoir le programme Moukawalati, en passant par des dispositifs intermédiaires comme le dispositif de "Création de la Jeune Entreprise" institué par la convention de coopération du 19 février 2003 entre la Caisse Centrale de Garantie et l'ensemble des banques marocaines et par lequel l'Etat fournit une garantie qui couvre 85% des prêts octroyés par ces banques [10].

2.2 PROGRAMME MOUKAWALATI

Le programme Moukawalati a été lancé par l'Etat marocain en Juillet 2006. Ce programme visait l'appui à la création de 30.000 entreprises, pouvant générer entre 60.000 et 90.000 emplois entre 2006 et 2008. Il ciblait principalement les lauréats de la formation professionnelle et de l'enseignement supérieur, mais il a été élargi par la suite pour couvrir même les non diplômés.

2.2.1 CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME MOUKAWALATI

Ce programme cible les diplômés universitaires dont le projet nécessite un investissement entre 50.000,00 et 250.000,00 Dhs, et qui satisfont aux conditions suivantes [11] : être de nationalité marocaine, âgé de 20 à 45 ans, détenteurs d'un diplôme d'enseignement supérieur ou de formation professionnelle, de baccalauréat, ou, et ce à partir de 2010, d'un diplôme d'études secondaires ou primaires délivré par une institution publique ou privée.

Les jeunes entrepreneurs potentiels doivent obligatoirement être inscrits à l'ANAPEC (Agence Nationale, qui était l'organe choisi par l'Etat pour assurer l'accompagnement et la gestion du programme. Un contrat ETAT/ANAPEC prévoyait la prise en charge des frais d'accompagnement par l'ANAPEC à hauteur de 10.000Dhs par projet.

Deux personnes au maximum peuvent présenter un projet d'investissement conjoint d'un montant de 50.000,00 à 500.000,00 Dhs.

A travers ce programme, les jeunes candidats sont assujettis à une présélection pour juger de leurs aptitudes managériales et entrepreneuriales. Cette présélection a pour objectif de filtrer un maximum de candidats réellement ambitieux, motivés et prédisposés à se lancer dans l'entrepreneuriat. Les porteurs de projets présélectionnés sont ensuite orientés vers une commission de sélection, instituée par le comité régional du programme Moukawalati.

Si le candidat est sélectionné définitivement, il bénéficiera alors d'un accompagnement tout au long du processus de création et de démarrage de l'entreprise par le guichet de son choix.

Les candidats non retenus, ont la possibilité de se représenter une seconde fois, à un autre guichet dans un délai maximum d'un trimestre à compter de la date de sa dernière épreuve de sélection définitive [12].

2.2.2 SPÉCIFICITÉS DU PROGRAMME MOUKAWALATI

Comme susmentionné, le programme Moukawalati a essayé de tirer profit de l'expérience Crédit Jeunes Promoteurs, et de dépasser les lacunes qui y étaient constatées. Ainsi, les pouvoirs publics ont misé sur un certain nombre de mesures, dont notamment :

- **Réunir plusieurs acteurs économiques autour de ce programme** : Le programme Moukawalati a pu fédérer autour de lui plusieurs intervenants impliqués dans la promotion de l'entrepreneuriat, comme les Chambres de Commerce, d'Industrie et de Services, les associations de microcrédit, les universités, l'OFPPT, les banques, les Centres Régionaux d'Investissement, l'ANAPEC.
- **Améliorer les conditions financières du programme** : L'Etat prend en charge les frais d'accompagnement du projet à hauteur de 10.000 Dhs.

Il octroi également une avance sans intérêt représentant un maximum de 10% du coût du projet limité à 15.000,00 Dhs (30.000 Dhs en cas de binôme), remboursable sur six ans avec 3 ans de différé.

Aussi, et conformément à la convention de Février 2003, l'Etat se doit de garantir 85% du crédit bancaire nécessaire à la réalisation du projet.

- **Ne pas se centrer uniquement sur la dimension financière** : Hormis la dimension financière de l'appui, le programme prévoit un accompagnement des jeunes tout au long des phases de création, et aussi de développement de leurs entreprises (formations managériales, commerciales, financières et techniques).

- **Favoriser la proximité pour une meilleure couverture géographique :** Une centaine de guichets « Moukawalati » ont été implantés dans les diverses régions du Maroc. Ces guichets sont mis en place à travers les associations de microcrédit, les Chambres de commerce, d'Industrie et de Services, ainsi que les délégations de l'OFPPT.
- **Faciliter et accélérer le traitement des dossiers :** L'inscription au programme se fait auprès d'un seul guichet d'accueil choisi par le candidat, qui devient par la suite son unique interlocuteur.
- **Permettre aux jeunes le choix des formes juridiques adéquates :** Le choix n'est plus limité aux entreprises individuelles, aux sociétés de personnes ou aux coopératives. Selon l'étude juridique développée dans son business plan, le jeune peut opter pour la forme juridique correspondante.

2.2.3 BILAN DU PROGRAMME MOUKAWALATI

En dépit de l'important appui financier et non financier apporté aux jeunes dans le cadre de ce programme, ce dernier a loin été d'approcher les résultats escomptés.

En fait, entre 2007 et 2011, seulement 2050 entreprises ont été créées dans le cadre du programme Moukawalati (soit 410 créations par an), enregistrant ainsi un taux de réalisation ne dépassant pas les 6,8% en matière de nombre d'entreprises créées. Les emplois générés n'ont, à leur tour, pas dépassé 6180 emplois, soit moins de 7% par rapport aux prévisions initiales (90000 emplois), tout en sachant que les prévisions ne couvraient que la période de 2006 à 2008.

Tableau 2. Résultats globaux du programme Moukawalati de 2007 à 2011 [2]

	2007		2008		2009		2010		2011		Total
	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	
Nbr des TPE créées	612	29.85	491	23.95	430	20.97	285	13.92	232	11.31	2.229
Nbr des TPE bancarisées	241	26.25	213	23.20	205	22.34	137	14.92	122	13.29	10.568
Volume des crédits octroyés (millions Dhs)	1.254	31.72	1.032	26.09	856	21.64	501	12.66	312	7.89	28.433
Nombre des emplois créés	2.038	32.97	1457	23.58	1.324	21.43	729	11.79	632	10.23	6.180

Il est à noter que le nombre des entreprises créées n'a pas cessé de régresser d'une année sur l'autre, passant ainsi de 612 en 2007 à 430 en 2009 et à seulement 232 en 2011. Il en est de même pour le nombre des emplois créés.

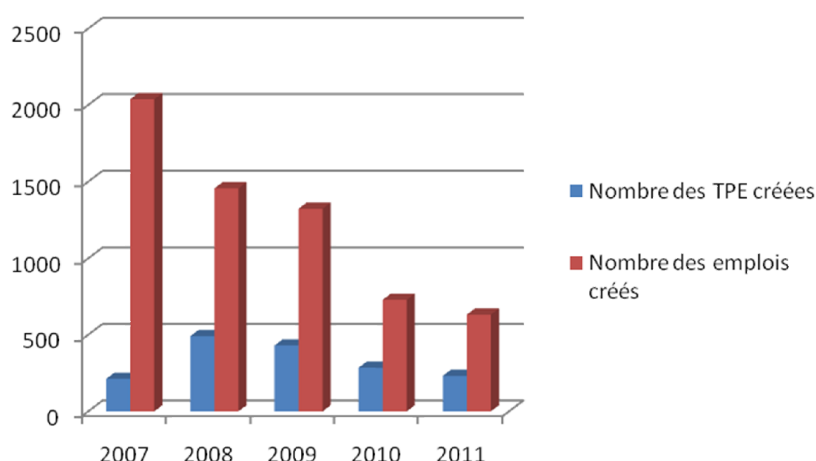


Fig. 3. Evolution des entreprises et emplois créés dans le cadre du programme Moukawalati de 2007 à 2011 [2]

Aussi, le pourcentage de financement bancaire des projets créés dans le cadre du programme Moukawalati n'avait même pas atteint les 45%, sachant que ce programme a été voué essentiellement à faciliter le financement bancaires des très petites entreprises créées par les jeunes diplômés chômeurs [13]. Tout financement bancaire s'était d'ailleurs quasiment arrêté depuis 2010 [2].

2.2.4 RAISONS DE DEFICIENCE DU PROGRAMME MOUKAWALATI

Plusieurs facteurs peuvent être cités pour expliquer la déficience du programme Moukawalati, qui n'a cessé de se confirmer d'année en année.

- **La lourdeur des procédures de création :** Lors d'une enquête auprès des jeunes bénéficiaires du programme Moukawalati, près de 80% des jeunes ont déclaré que les procédures qu'ils avaient du suivre pour créer leurs sociétés ont été lourdes ou très lourdes [2].

Ce résultat montre, que malgré les efforts déployés pour assouplir les procédures de création, ces dernières demeurent pénalisantes pour les jeunes entrepreneurs. Ce constat est d'autant plus confirmé par les classements internationaux du Maroc en matière d'environnement d'affaires (Le Maroc a certes gagné 8 places dans le dernier classement « Doing Business 2014 » de la Banque Mondiale, mais son classement reste faible : 87ème sur un panel de 189 économies) [14].

- **Les problèmes de coopération entre les différents acteurs :** La multitude des acteurs qui était censé être un point fort du programme, a été à la source de plusieurs problèmes de coordination. Aussi, les rôles attendus de chaque acteur n'ont pas été bien planifiés et préparés et les visions n'ont pas pu être unifiées (les universités étaient peu préparées à assurer l'intermédiation et le mentorat financier, et les Chambres de Commerce n'étaient pas équipées pour recevoir et assurer le suivi des dossiers de demande de crédits).

Encore, il y avait un réel problème de coordination entre la Caisse Centrale de Garantie et les banques [11].

- **La complexité et la lenteur du processus de sélection et de déblocage des fonds :** Le traitement des dossiers qui nécessitaient le passage par plusieurs étapes et par plusieurs comités, en plus des problèmes de bureaucratie, ont induit des délais élevés de traitement des dossiers avant acceptation finale.

Et même suite à l'avis favorable au projet, le déblocage des fonds peuvent prendre d'importants délais. A cet effet, près de 92% des jeunes ont mis en cause le caractère contraignant du processus en termes de délai, de pièces à fournir ... qui décourage parfois les jeunes entrepreneurs dès le début du leur processus entrepreneurial et peut même pénaliser ceux qui ce sont engagés avec des fournisseurs ou des bailleurs [2].

- **La méfiance toujours présente des banques :** Toujours imprégnées par l'expérience du Crédit Jeunes Promoteurs, les banques marocaines n'avaient pas réussi à faire confiance au programme Moukawalati et continuaient à montrer une grande réticence malgré le fonds de garantie adopté [2]. Ces banques marocaines n'ont pas pu adhérer à la logique sociale qui est à l'origine du programme Moukawalati et continuaient à favoriser la logique de rentabilité financière et de la prudence.
- **La contrainte foncière :** Cette contrainte a été avancée par plus de 95% des jeunes entrepreneurs [2]. A la nécessité d'avoir un local pour exercer son activité, s'ajoute la contrainte de l'hypothèque, exigée explicitement ou implicitement par les banques lors du traitement des dossiers de crédit ou par les autres créditeurs.
- **Le manque d'expérience des jeunes entrepreneurs :** L'inexpérience et la faible culture entrepreneuriale des jeunes constitue l'une des principales sources de défaillance des différents programmes d'appui à l'entrepreneuriat des jeunes.

Les efforts d'accompagnement pré et post création fournis par les conseillers de l'ANAPEC, les fonctionnaires des Chambres de Commerce ou les agents des associations de microcrédit n'ont pas été suffisants et plus ou moins inadaptés. Les chargés même de cet accompagnement n'ont pas tous les profils adaptés ou la formation et l'expérience nécessaires pour accompagner les jeunes entrepreneurs.

Et même l'accompagnement effectué a été majoritairement focalisé sur la partie « préparation du business plan », alors qu'uniquement 25% des entrepreneurs ont bénéficié de conseil, ou ont suivi des sessions de formation pratiques par des intervenants spécialisés dans l'appui des micro-entrepreneurs [2].

3 PISTES D'AMÉLIORATION DES POUR LES FUTURS PROGRAMMES D'APPUI À LA CRÉATION D'ENTREPRISES PAR LES JEUNES

Dans la partie précédente, nous avons revu les deux colossaux programmes mis en place par les pouvoirs publics au Maroc, au cours des 25 dernières années, pour promouvoir l'entrepreneuriat des jeunes diplômés de l'enseignement supérieur et de la formation professionnelle, à savoir les programmes Crédit Jeunes Promoteurs et Moukawalati. Cette revue a démontré une grande déficience par rapport aux objectifs prévus initialement.

Plusieurs facteurs se trouvaient à l'origine de cette déficience, principalement : La concentration sur la dimension financière de l'appui, la lourdeur des procédures de création des entreprises et de déblocage des fonds de crédits, la coopération limitée des banques, les problèmes de synchronisation entre les acteurs impliqués, le manque d'expérience des jeunes entrepreneurs, ainsi que les lacunes dans la formation et l'accompagnement de ces jeunes entrepreneurs.

Ces échecs ne rejettent pas, l'idée en elle-même, de l'entrepreneuriat des jeunes comme levier de leur inclusion en particulier et de croissance économique en général. Cette alternative fait même toujours partie des recommandations de la Banque Mondiale qui, dans son rapport de 2012 sur la promotion des opportunités et de la participation des jeunes au Maroc, insiste toujours sur les actions de développement du micro entrepreneuriat et du travail indépendant chez les jeunes marocains [15].

Néanmoins, il s'agit de repenser la vision adoptée et les stratégies appliquées.

L'objet de cette deuxième partie est de proposer quelques réflexions pouvant permettre d'outrepasser les erreurs commises et de considérer les angles ignorés lors des expériences antérieures. Ces propositions sont complémentaires et chacune induit ou influence les autres.

Ces réflexions concernent le passage d'une stratégie de flux poussée de l'acte entrepreneuriale à une stratégie de flux tiré de l'acte entrepreneurial, d'une vision court-termiste à une vision à long terme, d'une approche endogène à une approche exogène, d'une approche « Projet » à une approche « Personne », et d'une formation ponctuelle à un apprentissage permanent.

3.1 D'UN FLUX POUSSÉ VERS UN FLUX TIRÉ

Lors d'un fort taux de chômage, comme celui enregistré au Maroc, la décision de créer sa propre entreprise devient un choix obligé et une solution de survie.

La plus part des jeunes qui se sont lancés en entrepreneuriat, lors des deux programmes, peuvent être classés dans la catégorie des entrepreneurs forcés, de substitution ou encore de nécessité. L'emploi par une institution publique ou une entreprise privée reste privilégié par ces jeunes, comparé à la création d'entreprise [16].

Dans cette optique, le jeune entrepreneur demeure dans une approche « push », qui le pousse à créer son entreprise sans qu'il y ait une réelle volonté, mais plutôt une contrainte [17]. Et plus que ça, l'entrepreneur n'est pas uniquement poussé par sa nécessité, mais poussé aussi par l'espoir en les promesses de l'Etat.

Une continuité dans le temps de cette approche conduit inéluctablement à ce qu'on appelle, un goulet d'étranglement. Ce mot fait partie du jargon industriel, et signifie l'incapacité d'une partie de la chaîne de production à absorber les demandes émanant des parties précédentes, ceci induit un cumul de demandes en attente et finit par bloquer tout le système [18].

Et c'est précisément le cas de l'environnement des affaires (administrations publiques, banques, universités, etc.), de l'environnement social (entrepreneurs eux-mêmes, familles, etc.), de l'environnement technique (ressources, locaux, infrastructures, etc), et surtout de l'environnement culturel au Maroc, qui n'étaient pas préparés à une telle demande et de la part des jeunes et de la part de l'Etat.

L'approche recherchée est une approche « pull », qui sort du fait de réduire l'entrepreneuriat en un simple palliatif du chômage.

Selon cette approche, une forte et solide chaîne entrepreneuriale doit être créée, où le jeune entrepreneur est attiré par le climat entrepreneurial, imprégné par la culture entrepreneuriale, sollicité et soutenu par son écosystème entrepreneurial.

Et tous les points qui suivront contribueront à développer cette approche et à faire de l'entrepreneuriat un but recherché par les jeunes et non une alternative contraignante.

3.2 D'UNE VISION COURT-TERMISTE À UNE VISION À LONG TERME

Parmi les lacunes des programmes Crédit Jeunes Promoteurs et Moukawalati, est que ce sont des programmes qui ont été lancés de façon hâtive [19]. Aussi les prévisions prononcées étaient faussement optimistes et court-termiste (création de dizaines de milliers d'entreprises sur deux à trois ans).

Il faut savoir que la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes est un projet qui a plusieurs interfaces : culturelles, économiques et financières, sociales, politiques, etc. Il faut un long processus de maturation à tous ces niveaux pour pouvoir atteindre effectivement et durablement les objectifs fixés. Ceci a été clairement signalé dans l'un des rapports de l'OCDE : *« les politiques visant à stimuler l'esprit d'entreprise doivent s'inscrire dans le long terme car elles ont peu de chances de donner des résultats majeurs à court terme »* [20].

Notons par exemple, que dans les États-Unis où l'intention d'entreprendre est fortement présente chez les jeunes dès leur parcours étudiant, l'entrepreneurship a été intégré dans les universités à partir des années 1950 (cours à Harvard en 1947 ; cours de Peter Drucker à la New York University en 1954). Et pourtant durant toutes les années 1970, les étudiants Américains s'orientaient plus vers l'industrie, dans les années 1980, ils se sont orientés vers la finance et ce n'est que dans les années 1990 que nombreux sont devenus ceux qui se sont mis à créer leur entreprise [21]. Il a fallu plus de 30 ans pour les universités américaines, dans un pays à culture entrepreneuriale, pour réussir le défi d'orienter les étudiants vers l'entrepreneuriat.

Au niveau macro-économique, il faut une mise en œuvre effective et une synchronisation entre les différents chantiers lancés par l'Etat pour promouvoir l'environnement de l'entrepreneuriat (point plus développé dans le paragraphe suivant), afin d'augmenter la confiance des jeunes en leur avenir entrepreneurial, et augmenter l'engagement des parties prenantes (car il faut admettre que la méfiance des établissements de crédit était dû à un manque de confiance dans le profil des entrepreneurs, mais surtout au climat des affaires réservés aux petites entreprises au Maroc).

Tenant compte de ce qui précède, des résultats efficaces ne pourront être possibles sans un investissement à long terme.

3.3 D'UNE APPROCHE ENDOGÈNE À UNE APPROCHE EXOGÈNE

La revue des programmes Crédit Jeunes Promoteurs et Moukawalati, montre une prépondérance des attentions sur les éléments endogènes à ces programmes au détriment des ceux qui leurs sont exogènes.

En fait l'accent a été mis plus sur les caractéristiques techniques des programmes, les conditions d'éligibilité, les procédures à suivre, les intervenants à contacter, etc., alors que l'environnement dans lequel les projets sont voués à se développer n'a pas été préparé, malgré le fait, qu'il a été prouvé qu'un environnement politique, réglementaire, administratif ou fiscal mal préparé constitue une barrière d'entrée à l'action entrepreneuriale [22].

Les pouvoirs publics ont d'ailleurs ce pouvoir de préparer un environnement propice de création d'entreprises, et ce en mettant en place les actions gouvernementales appropriées et adéquates.

Il est de la responsabilité des pouvoirs publics d'instaurer un environnement favorable à la création d'entreprises et à leur développement, ce qui implique une série d'actions couvrant une large palette de domaines [20].

Les principaux de ces domaines sont :

- **L'environnement juridique et fiscal** : Malgré les efforts fournis par l'Etat pour la simplification de la création des sociétés, notamment les Sociétés à Responsabilité Limitée (SARL), à travers les réductions du capital minimums, la simplification des procédures de création, l'allègement des taux d'impositions ... le passage au statut formel au Maroc est souvent confronté à beaucoup d'appréhension de la part des entrepreneurs.

Un grand espoir a été accordé au nouveau statut de l'auto-entrepreneur adopté par le gouvernement marocain en Novembre 2013, à travers le projet de loi 114.13. Néanmoins, la mise en œuvre concrète de ce statut prévu en 2015 [23] traîne encore à ce jour, car plusieurs questions restent encore en suspens, notamment les conditions d'éligibilité, le régime fiscale, les cotisations sociales, etc.

- **L'accès au financement** : Les relations entre le système bancaire classique et les PME/TPE ont longtemps été marquées par un déficit de confiance de la part des établissements de crédit, ce qui paradoxalement les pousse à exiger plus de garanties à ces entités naissantes qu'aux grandes entreprises. Cette attitude a poussé ces petites entreprises à moins de transparence ce qui a encore réduit leur crédibilité, entraînant ainsi les deux acteurs à un cercle vicieux de méfiance de part et d'autre [24].

Hormis le système de financement classique, d'autres formules de financement sont à promouvoir pour faciliter le financement des petites entreprises, comme les solutions de financement islamique ou le crowdfunding, et aussi à travers l'encouragement de l'accès des jeunes à la micro finance via des produits spécifiques [11].

- **L'accès aux marchés publics :** Les jeunes entrepreneurs ont toujours eu des difficultés à accéder aux marchés publics, et ce à cause principalement du problème du lot unique qui rend les marchés inaccessibles aux petites et moyennes entreprises, des donneurs d'ordre qui privilégient les grandes structures et les entreprises étrangères, et aussi des longs délais de paiement [24].

L'Etat Marocain a fini par publier en 2013 un nouveau code des marchés publics qui intègre le principe de la préférence nationale et accorde 20% des marchés aux petites et moyennes entreprises marocaines. Les maîtres d'ouvrage sont dorénavant tenus de décomposer leurs marchés en lots lorsque ceux-ci sont de nature à permettre aux petites entreprises d'accéder à la commande publique.

Ce code a été considéré par les pouvoirs publics comme une manière de réparer une injustice longtemps maintenue à l'égard des petites entreprises nationales. Il a officiellement entré en application en 2014 [25].

Il est à admettre que la mise en œuvre effective et opérationnelle de cette mesure ne sera pas facile ou rapide, vu les mécanismes de travail des établissements publics et les contraintes d'optimisation des commandes de l'Etat.

C'est pourquoi, l'Etat doit réfléchir sur l'implication d'autres acteurs économiques dans cette démarche, notamment les grandes entreprises labellisées « RSE ». Ces entreprises sociétales doivent renforcer leur contribution dans le développement socio-économique du pays, en s'engageant à préserver une partie de leurs commandes à des petites entreprises qui pourront répondre à leurs cahiers de charges (établis dans le respect de la déontologie).

3.4 D'UNE APPROCHE « PROJET » À UNE APPROCHE « PERSONNE »

Que ce soit pour le programme Crédit Jeunes Promoteurs ou celui de Moukawalati, l'accent a surtout été mis sur les chiffres, principalement ceux des entités créées. Or, cet indicateur est insuffisant en lui-même. L'entrepreneuriat ne se limitant pas à l'acte de création juridique de l'entreprise.

La modélisation du processus de création d'entreprise conçue par Bruyat stipule que la démarche entrepreneuriale est progressive et évolutive dans le temps.

Selon Bruyat, le processus entrepreneurial s'articule autour de trois phases [26]:

- 1) Déclenchement du processus entrepreneurial : il survient suite à un changement interne à l'entrepreneur (désir d'indépendance, insatisfaction professionnelle) et /ou externe, provenant de l'environnement (rencontre avec un client potentiel, licenciement). Ces tensions doivent être suffisamment fortes et menaçantes pour que l'action de créer soit perçue positivement par l'entrepreneur.
- 2) Engagement total du créateur : il se réalise lorsque l'entrepreneur consacre la plupart de son temps, de son argent et de son énergie au montage de son projet.
- 3) Survie - développement de l'entreprise créée : A partir du moment où l'entreprise nouvellement créée se trouve au dessus de son seuil de rentabilité, elle devient viable et peut prospérer.

Et l'élément moteur durant ces trois phases, qui interagit avec l'environnement et qui crée la valeur, est la personne de l'entrepreneur. Dans ce sens, Bruyat stipule que « ... l'individu est une condition nécessaire pour la création de valeur, il en détermine les modalités de production, l'ampleur... Il en est l'acteur principal. Le support de la création de valeur, une entreprise par exemple, est la « chose » de l'individu » [27].

Cette logique inciterait les acteurs des futurs programmes d'appui à se centrer plus sur la personne du jeune porteur de projet, que sur le business plan de ce projet. Malheureusement dans la majorité des processus de sélection, dans les anciens programmes, ce ne sont que des dossiers (dans le sens propre du terme) qui sont évalués.

Une étude publiée par Babson Collège confirme le fait que la rédaction d'un plan d'affaires n'augmente pas les probabilités de succès. Il n'y a, selon cette étude, aucune différence, en terme de réussite, entre les jeunes entreprises qui ont démarré avec ou sans plan d'affaires [28].

L'idée n'est, quand même, pas de rejeter complétement les business plans des, mais plutôt d'attirer l'attention sur le plus à gagner en validant aussi les « personnes » des jeunes entrepreneurs, car une bonne personne réussira non seulement un seul projet, mais plusieurs, et saura s'adapter même si les circonstances initiales prévues pour le projet changent.

3.5 D'UNE FORMATION PONCTUELLE A UN APPRENTISSAGE PERMANENT

Une étude du Kauffman Cente a révélé que lorsque l'enseignement comporte un apprentissage à l'entrepreneuriat, les probabilités de création de nouvelles entreprises s'accroissent, tandis que les récompenses économiques et la satisfaction personnelle des jeunes ayant créé leurs entreprises augmente [20].

Selon cette étude, les diplômés en entrepreneuriat comparés aux anciens élèves d'écoles de commerce :

- Ont trois fois plus de probabilités de créer des entreprises ;
- Ont trois fois plus de probabilités d'exercer un travail indépendant ;
- Affichent un revenu annuel supérieur de 27% et possèdent un patrimoine supérieur de 62% ;
- Sont plus satisfaits de leur emploi.

Toutefois, il faut corrélér ces résultats à la culture entrepreneuriale de notre pays. Comme nous l'avons déjà signalé, nos jeunes ne sont pas encore imprégnés de la culture entrepreneuriale, surtout en ce qui concerne la notion de prise de risque et du comportement vis-à-vis de l'échec, en plus des dimensions de délégation, de flexibilité, de réseautage, etc.

Il s'agit d'un mode de penser et d'agir qui doit être transmis le plus tôt possible et le plus longtemps possible à nos jeunes, afin de générer chez eux des comportements et des réflexes fondamentaux conduisant à une attitude et aptitude entrepreneuriale.

A ce niveau, il faut mettre en lumière le rôle joué par Injaz Almaghreb qui déploie des programmes de formation à l'entrepreneuriat au profit des jeunes lycéens et de collégiens des établissements publics marocains.

Il faut aussi mettre en lumière certaines expériences d'enseignement de l'entrepreneuriat basées sur des approches d'apprentissage actives et pratiques, où les étudiants expérimentent par eux-mêmes les différents concepts liés à la vie d'entrepreneurs [29].

En plus de ces interventions en milieu académique, les jeunes entrepreneurs doivent aussi être accompagnés sur le terrain par des professionnels spécialisés et expérimentés en le métier d'accompagnement.

Cet accompagnement doit être adapté à la phase de maturité de l'entrepreneur et de développement de son projet. C'est pourquoi plusieurs formules sont à assembler [30].

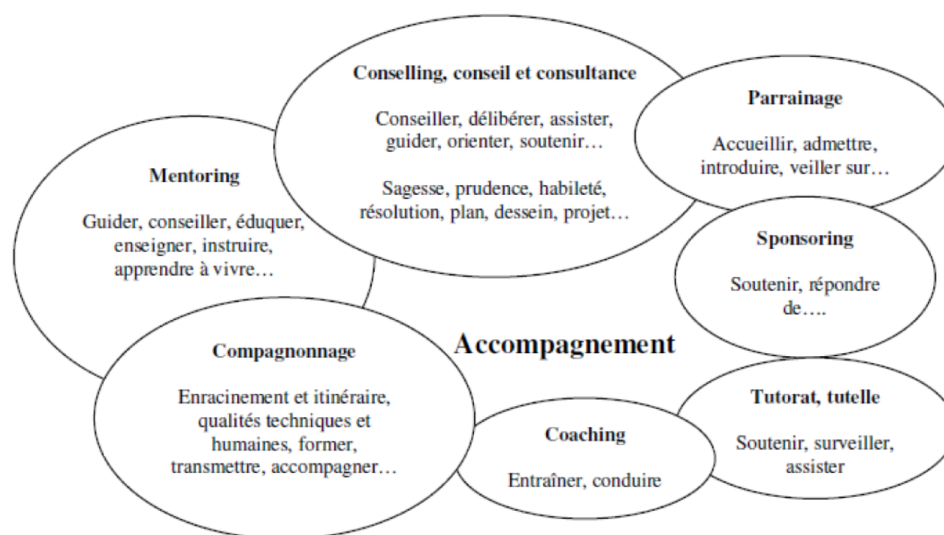


Fig. 4. La nébuleuse de l'accompagnement (Paul, 2002, p.56)

L'engagement de la société civile et des sociétés socialement responsables est très important dans ces formules d'accompagnement, afin d'en assurer l'efficacité, la continuité et la pérennité.

4 CONCLUSION

Suite à la revue des deux programmes d'appui à l'entrepreneuriat des jeunes au Maroc, traitée dans la première partie, nous avons consacré la deuxième partie à la proposition de certaines pistes pouvant améliorer les programmes futurs.

Ces pistes tournent autour de la nécessité de ne plus réduire l'entrepreneuriat en un simple palliatif au chômage, d'adopter une vision claire sur le long terme, de créer une chaîne entrepreneuriale forte où les différentes parties prenantes sont réellement et durablement engagées, et que l'ensemble soit fédéré autour d'un schéma directeur homogène et concerté.

Nous considérons que le présent travail pourrait constituer une étape préliminaire pour d'autres travaux ultérieurs qui approfondiront, un par un, les suggestions proposées.

RÉFÉRENCES

- [1] Haut Commissariat aux Comptes, 2014. [Online] Available: http://www.hcp.ma/Taux-de-chomage-national-selon-le-diplome_a267.html
- [2] Mohamed Boussetta : « Entrepreneuriat des Jeunes et Développement de l'Esprit d'Entreprise au Maroc : L'Expérience de Moukawalati », Rapport de Recherche du FR-CIEA N° 54/13, 2013.
- [3] Said Ouhadi : « Les programmes d'aides et d'assistance à la création des PME par les jeunes marocains », AIREPME Agadir, 2009.
- [4] Aderkaoui Nadia : « Le crédit jeunes promoteurs : Principes et réalités », Mémoire de fin d'études, 2001.
- [5] Source Ministère du tourisme, Direction du trésor et des investissements extérieurs.
- [6] Hind Iouali : « Evaluation du financement de la PME au Maroc », Document de travail n°91, Direction de la Politique Economique Générale, 2003.
- [7] Mouna Kably : « Crédit Jeunes Promoteurs : Parcours d'une loi manquée », L'économiste, N° 279, 1997.
- [8] Hanaâ Foulani : « L'agonie du Crédit Jeune Promoteur », L'économiste, Édition N° 406, 1998.
- [9] El Hamzaoui Abdelhakim : « Les PME au Maroc état des lieux et Conditions d'émergence », ISCAE, 2006.
- [10] Centre for Administrative Innovation in the Euro-Mediterranean Region : « Politiques pour les entreprises dans la Région Méditerranéenne : Le Maroc », Rapport, 2004.
- [11] Banque Mondiale : « Soutenir l'entrepreneuriat et l'accès à la microfinance pour la jeunesse marocaine », communiqué de presse, 2013.
- [12] GPBM & ANAPEC : « Guide pratique du programme MOUKAWALATI », Version 2007.
- [13] Mohamed Boussetta : « Auto emploi : l'expérience du programme Moukawalati », Le matin, 2013.
- [14] Mustapha Maghrit : « Climat des affaires au Maroc 2014 : amélioration, mais beaucoup d'affaires restent à faire », <http://www.lesechos.fr>, 2013.
- [15] Banque Mondiale : « Royaume du Maroc : Promouvoir les Opportunités et la Participation des Jeunes », Rapport N° 68731, 2012.
- [16] ONUDI : « L'emploi productif des jeunes à travers le développement de l'entrepreneuriat dans la région arabe : l'état de l'art des interventions en Egypte et en Tunisie », Working paper 05/2013, 2013.
- [17] Barnard Duchéneaut : « PME, emploi et relations sociales : France-Maghreb », page 196, L'Harmattan, Edition 2007.
- [18] Eliyahu Goldtratt & J Cox : « Le but : Un processus de progrès permanent », Broché, 2006.
- [19] Mouna Kably : « Crédit Jeunes Promoteurs : Parcours d'une loi manquée », L'économiste, N° 279, 1997.
- [20] OCDE : « Promouvoir l'entrepreneuriat et les PME innovantes dans une économie mondiale : vers une mondialisation plus responsable et mieux partagée », 2ème conférence des ministres en charge des petites et moyennes entreprises, Istanbul, Turquie, 2004.
- [21] Thomas Legrain : « Comment former davantage d'entrepreneurs en France ? », Le Moniteur, N° 5427, 2007.
- [22] Antoinette Schoar : « The Divide between Subsistence and Transformational Entrepreneurship », Innovation Policy and the Economy, Volume 10, pages 57-81, 2010.
- [23] Ahlam NAZIH : « Le statut «auto-entrepreneur» pour 2015 », L'économiste, Édition N° 4075, 2013.
- [24] Le Livre Blanc : « La Petite et Moyenne Entreprise : Moteur de la croissance économique », Projet DYNA-PME, 1999.
- [25] « L'objectif des 20% aux PME sera difficile à tenir », Entreprises & Marchés, 2014.
- [26] Amina Omrane, Alain Fayolle & Olfa Zeribi : « Les compétences entrepreneuriales et le processus entrepreneurial : une approche dynamique », 18ème Conférence Internationale de Management Stratégique de l'AIMS, 2009.
- [27] Thierry Lévy-Tadjine & Zhan Su : « Entrepreneuriat, PME durables et réseaux sociaux », page 18, L'Harmattan, édition 2013.

- [28] Raphaël Cohen, Claude Ananou : « Faut-il brûler les plans d'affaires ? », 5ème congrès de l'académie de l'entrepreneuriat, 2007.
- [29] Moha Arouch : « Stimulation et développement de l'esprit entrepreneurial chez l'étudiant marocain : cas d'un programme basé sur l'apprentissage par l'action », 2èmes rencontres de la recherche et de l'action enseignement : Formation et accompagnement dans le champ de l'entrepreneuriat, 2013.
- [30] Yvon Gasse & Maripier Tremblay : « Mesures et pratiques de soutien et d'accompagnement d'entrepreneurs : l'exemple d'une région canadienne », 5ème congrès de l'académie de l'entrepreneuriat, 2007.

Effets biocides des alcaloïdes extraits des racines d'*Anacyclus pyrethrum* L. (Astéracées) sur *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coléoptera : Bruchidae)

[Biocidal effects of alkaloids extracted from *Anacyclus pyrethrum* L. (Asteraceae) on *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae)]

Hanane Elazzouzi, Samira Khennouchi, Amar Bentayeb, Fatima Elhilali, and Touriya Zair

Laboratoire de Chimie des Molécules Bioactive et Environnement,
Université Moulay Ismail faculté des Sciences, BP 11201,
Zitoune, Meknès, Maroc

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

ABSTRACT: This study offers to assess the potentialities of *Anacyclus pyrethrum* L. (Asteraceae) as botanical insecticide for the protection of the harvest of chickpea *Cicer arietinum* L. (Fabaceae) against *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera : Bruchidae) during the stocking. Alkaloids constitute the most important chemical family in the roots of *Anacyclus pyrethrum*, they are extracted and analysed by high performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry, LC / UV / SM, to prove the presence of a major alkaloid N-isobutylamide, the pellitorine, accompanied with a mixture of other alkylamides (Ancycline, N-isobutyl-2,4-heptadiene-6-monoinamide, N-isobutyl-2,4-octadiene-6-monoinamide, (2,4)-Dodecadiene-N-tyamide, N-isobutyl-2,4-hexadienamide, Acétanilide, N-methyl-isobutyl-2,4-decadienamide, etc). The bioassays were performed in the laboratory and in the conditions of temperature of $28,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, relative humidity from 70 to 75% and photoperiod of 12h/12h. The alkaloids from the roots of pyrethrum are used at different doses D_n , $D_{n/2}$ and D_{2n} respectively: 0,37g; 0,185g and 0,74g of extracts diluted in 10ml of distilled water. Different extracts present a significant insecticidal effect on the adults of *Callosobruchus maculatus*. They diminished significantly the higher survival of the bruchus on chickpea; the coefficients of variation evolve from 23,04 % to 82,22 % in females and from 21,34 % to 78,25 % in males. The extracts were also reduced the fecundity which varies from 140,67 % to 90,33 %, fertility (from 89,15 % to 34,06 %) and the success rate (from 83,83 % to 13,82 %) as concentration augments. The number of not fecund eggs of these insects augmented from 15 % to 59 %, notably for high concentration. These alkaloids can be considered as molecules in biocidal promising properties in lieu of synthetic insecticides.

KEYWORDS: *Anacyclus pyrethrum*; *Callosobruchus maculatus*; alkaloids; alkylamides, insecticidal activity.

RESUME: Cette étude se propose d'évaluer les potentialités d'*Anacyclus pyrethrum* L. (Asteraceae) comme insecticide botanique pour la protection des récoltes de pois chiche *Cicer arietinum* L. (Fabaceae) à l'encontre de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera : Bruchidae) lors du stockage. Les alcaloïdes constituent la famille chimique la plus importante dans les racines d'*Anacyclus pyrethrum*, ils sont extraits et analysés par chromatographie à haute performance en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse, LC/UV/SM, pour vérifier la présence d'un alcaloïde N- isobutylamide majeur, la pellitorine, accompagné d'un mélange d'autres alkylamides (Ancycline, N-isobutyl-2,4-heptadiene-6-monoinamide, N-isobutyl-2,4-octadiene-6-monoinamide, (2,4)-dodecadiene-N-tyamide, N-isobutyl-2,4-hexadienamide, Acétanilide, N-methyl-isobutyl-2,4-decadienamide, etc). Les biotests ont été effectués au laboratoire et dans les conditions de température de $28,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, d'humidité relative de 70 à 75% et de photopériode 12h/12h. Les alcaloïdes issus des racines d'*A. pyrethrum* sont utilisés à différentes doses D_n , $D_{n/2}$ et D_{2n} respectivement : 0,37g; 0,185g et 0,74g d'extraits dilués dans 10ml d'eau distillée. Les différents extraits présentent un effet insecticide significatif sur les adultes de *C. maculatus*. Ils ont diminué significativement la survie des bruches élevés sur pois chiche; les coefficients de variation évoluent de 23,04% à 82,22% chez

les femelles et de 21,34% à 78,25% chez les mâles. Les extraits ont réduit aussi la fécondité qui varie de 140,67 % à 90,33 %, la fertilité (de 89,15 % à 34,06 %) et le taux de succès (de 83,83 % à 13,82 %) au fur et à mesure que la concentration augmente. Le nombre d'œufs non féconds de ces insectes ont augmenté de 15 % à 59%, notamment pour les fortes concentrations. Ces alcaloïdes peuvent être considérés comme des molécules aux propriétés biocides prometteuses en remplacement des insecticides de synthèse.

MOTS-CLEFS: *Anacyclus pyrethrum*; *Callosobruchus maculatus*; alcaloïdes; alkylamides, activité insecticide.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, l'agriculture constitue un secteur sur lequel se basent de nombreuses activités économiques et dont la majorité de la population en dépend directement ou indirectement. Elle contribue d'une manière décisive aux grands équilibres macro-économiques et à la balance commerciale du pays. Ce secteur agricole, déjà éprouvé par les conditions climatiques et la succession des sécheresses, doit faire face aux problèmes causés par certains insectes nuisibles et des maladies qui pèsent sur sa stabilité et sa rentabilité. Dans de nombreux pays en développement, les graines des légumineuses représentent la principale source de protéines. Elles contiennent deux à trois fois plus de protéines que les céréales [1], et renferment les vingt quatre acides aminés indispensables à l'alimentation [2]. Malheureusement elles subissent des pertes considérables durant le stockage [3]. Les insectes et principalement certaines familles de Coléoptères (Bruchidae et Curculionidae) s'attaquent aux graines de nombreuses légumineuses et céréales [4], [5], [6], [7], [8].

Pour faire face à ce problème des bruches, la lutte chimique est souvent la méthode la plus utilisée, Malheureusement, celle-ci semble néfaste sur l'environnement et la santé des consommateurs, ainsi que son coût très élevé, ceci ont obligé plusieurs groupes de chercheurs à tourner à nouveau vers les méthodes de lutte traditionnelle à savoir les plantes, qui présentent un réservoir de matières premières et substances naturelles irremplaçables moins polluantes et souvent moins toxiques, pour une meilleure gestion des prédateurs des denrées agricoles.

Le Pyrèthre d'Afrique (*Anacyclus Pyrethrum* Link) connu sous le nom «Aud el-attas, AkkarKarha» [9], est une plante originaire de l'Inde et les pays arabes et sa racine présente des effets thérapeutiques intéressants [10]. Elle est considérée comme tonique pour le système nerveux, anti-inflammatoire, immunostimulante, antioxydante, anabolisante, aphrodisiaques [11], et insecticide [12]. L'analyse chimique des racines d'*A. pyrethrum* montre qu'elles contiennent un alcaloïde N-isobutylamide, appelé "pellitorine", et accumulent surtout des alkylamides [13] dont la pellitorine est le constituant actif majeur, ils contiennent aussi l'anacycline, l'enetriyne alcool, l'hydrocaroline, l'inuline (50%), des traces d'huile volatile, (+)-sesamine, et également le N-(2-p-hydroxyphényl) deca -, dodeca -, et tétradeca-trans-2, trans-4-dienamide, une nouvelle série de tyramines : amides correspondants aux isobutylamides [14].

La famille des Asteraceae est caractérisée par la production et l'accumulation des alkamides aliphatiques essentiellement comme les genres : *Aaronsohnia*, *Achilea*, *Acmella*, *Anacyclus*, *Artemisia*, *Echinacée*, *Heliopsis*, *Spilanthes*, *Salmea*, *Sanvitalia* et *Wedelia*. Les alkamides sont un groupe large et croissant de composés naturels bioactifs présents dans au moins 33 familles de plantes. En dépit de l'architecture moléculaire relativement simple des alkamides, ces produits naturels présentent une grande variabilité de structure et une gamme importante d'activités biologiques : immuno-modulatrice, antimicrobienne, antivirale, larvicide, insecticide, diurétique, piquante, analgésique ainsi d'activités antioxydante et cannabimimétique. En outre, les alkamides sont impliqués dans la potentialisation des antibiotiques, l'inhibition de la biosynthèse de la prostaglandine, la synthèse d'ARN et le métabolisme de l'acide arachidonique entre autres [15].

Structurellement, les alkamides naturels ont généralement un radical aliphatique, un résidu d'amine cyclique ou aromatique, et un acide à chaîne C_8 à C_{18} saturée ou insaturée (y compris les doubles ou triples liaisons ou les deux) qui peuvent également être aromatiques. La nature de l'acide (les longueurs de chaîne de carbone, le niveau d'insaturation, la stéréochimie, etc.) et les résidus aminés sont caractéristiques de chaque famille et genre de plantes telles que ces caractéristiques qui servent des critères chimiotaxonomiques. A cause de l'atome d'azote des alkamides qui ne fait pas partie du cycle hétérocyclique que ces composés sont classés comme protoalcaloïdes ou pseudoalcaloïdes qui jouent un rôle crucial dans l'activité insecticide [15], [16], [17], [18].

De notre côté, et dans la perspective de rechercher d'autres substances naturelles alternatives biodégradables et non nocives à l'environnement, compatibles avec la gestion intégrée des ravageurs notamment en agriculture biologique, nous avons cherché à évaluer les potentialités des alcaloïdes de la racine d'*A. pyrethrum* (L.) (Asteracées) en tant qu'insecticide botanique pour la protection de *Cicer arietinum* (L.) (Légumineuses) à l'encontre des adultes, des œufs et des émergents de *C. maculatus*. Ces alcaloïdes pourraient être utilisés comme méthode alternative aux insecticides de synthèse.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS VÉGÉTAL ET ANIMAL

Le matériel végétal utilisé est constitué de racines d'*Anacyclus pyrethrum* récoltée en automne dans la région de Timahdite (Moyen Atlas Marocain). Une identification botanique de l'espèce a été effectuée à l'institut Scientifique de Rabat.

Les graines de *Ciser arietinum* saines, provenant d'une ferme à Moulay Idriss (28km de Meknès), constituent le substrat de ponte et de développement pour les bruches.

Le matériel animal utilisé est les adultes de *Callosobruchus maculatus* qui ont été issus d'une souche d'élevage massif au laboratoire de biologie à la Faculté des Sciences de Meknès. L'élevage a été maintenu à une température de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, une humidité relative entre 70% et 75% et une photopériode 12h/12h.

2.2 MÉTHODES D'ÉTUDE

2.2.1 EXTRACTION DES ALCALOÏDES

En vue d'extraire les différents alcaloïdes de la racine d'*A. pyrethrum*, nous avons eu recours à trois méthodes d'extraction en milieu alcalin et acide selon Djilani *et al.* 2006 [19].

1^{ère} Méthode :

L'extraction a été réalisée par soxhlet pendant une durée de 18 heures en utilisant 10g de poudre de racines d'*A. pyrethrum* et 300 ml d'acétate éthylique, après filtration, la solution obtenue a été concentrée sous vide. Le résidu obtenu a été dissout dans l'eau et acidifié avec une solution (0,5N) d'acide sulfurique (H_2SO_4) jusqu'au pH = 3,5 puis il a été extrait au moyen de 50ml d'éther de pétrole et 50ml d'éther diéthylique pour enlever les composés lipophiles, acides et neutres. L'alcalisation de la phase aqueuse à pH = 9,5 a été effectuée au moyen de l'ammoniaque (NH_4OH) à 25%. La phase aqueuse a été extraite au moyen de 100ml de chloroforme. Après décantation, la phase organique est lavée avec de l'eau distillée à pH neutre, puis, elle a été séchée sur sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) et concentrée à sec à pression réduite pour obtenir les alcaloïdes bruts notés échantillon A_4 .

2^{ème} Méthode :

L'extraction a été réalisée à partir de 10g de poudre de racines d'*A. pyrethrum* et 300ml d'acétate éthylique dans le soxhlet pendant une durée de 18 heures. Après filtration, la solution obtenue a été concentrée sous vide. Le résidu obtenu a été dissout dans l'eau et acidifié avec de l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,5N) jusqu'au pH = 3 à 4, puis il a été extrait au moyen d'éther de pétrole et d'éther diéthylique pour enlever les composés lipophiles, acides et neutres. Après alcalisation de la solution aqueuse à pH = 9 à 10 au moyen de NaHCO_3 , elle a été extraite au moyen de 100ml de chloroforme. L'extrait, lavé avec de l'eau distillée à pH neutre, a été séché sur sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) et concentré à sec à pression réduite pour obtenir les alcaloïdes bruts (échantillon A_1).

3^{ème} Méthode :

La drogue a été alcalinisée sous la hotte avec de l'ammoniaque dilué à 25% jusqu'au pH = 8 à 9. Puis, nous avons effectué une macération à 25°C pendant une heure. Les alcaloïdes basiques ont été extraits dans un soxhlet de 250ml et avec 300ml de dichlorométhane (CH_2Cl_2). Ensuite, nous avons ajouté de l'acide chlorhydrique dilué (1/10) à la phase organique concentrée et agité sans former d'émulsion. Après décantation, la phase aqueuse acide est soutirée. Ensuite la solution obtenue est neutralisée, et lui ajouté du dichlorométhane. Nous avons ensuite agité, sans former d'émulsion, puis décanté et soutiré la phase organique qui a été évaporée à sec pour obtenir les alcaloïdes bruts, deux répétitions ont été fait pour avoir les échantillons A_2 et A_3 .

2.2.2 ANALYSE ET IDENTIFICATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EXTRAITS D'ALCALOÏDES

Les différents échantillons d'alcaloïdes ont été analysés par chromatographie liquide haute performance en phase inverse (RP-HPLC) couplée à un spectromètre de masse équipé d'une source à ionisation en mode electrospray HPLC /UV/ ESI-MS. La séparation chromatographique a été exécutée avec élution en mode gradient en utilisant comme concentration et débit eau/acide formique (19/1) : (A) / Méthanol : (B) sous la programmation suivante : $t = 3\text{min A/B (82/18)}$; $t = 6\text{min A/B}$

(75/25) ; $t = 22\text{min A/B}$ (61/39) ; $t = 36\text{min A/B}$ (50/50) ; $t = 59\text{min A/B}$ (21/79) ; $t = 60\text{min B}$ (100). Le débit était de 0,9ml/min, et le volume d'injection était 20 μl . Les Chromatogrammes ont été enregistrés à trois longueurs d'ondes maximales : 280, 320 et 350nm.

L'identification des différents constituants a été effectuée en se basant sur l'interprétation des spectres de masses obtenus et en le comparant avec les données rapportées dans la littérature.

2.2.3 TESTS INSECTICIDE DES ALCALOÏDES

En se basant sur le rendement, trois doses ont été calculées : la dose normale (D_n), sa moitié ($D_{n/2}$) et son double (D_{2n}). Les différentes concentrations des alcaloïdes ont été exprimées en gramme de la matière sèche brute diluée dans 10ml d'eau distillée. Les tests biologiques ont été réalisés dans des boîtes de pétri en plastique de forme rond de diamètre 9cm. Chaque boîte de pétri reçoit 50 graines de pois chiche enrobées par les alcaloïdes extraits selon la dose à étudier et dix couples de *C. maculatus* nouvellement émergés. Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions mais sans alcaloïdes. Pour chaque dose, trois répétitions ont été effectuées. Différents paramètres ont été étudiés : la longévité, la fécondité (nombre d'œufs pondus par dix femelles), la fertilité (nombre d'œufs éclos par rapport au nombre total d'œufs pondus, multiplié par cent), le nombre d'œufs non féconds et le taux de succès (nombre d'adultes émergés par rapport au nombre total d'œufs pondus, multiplié par cent). Nous avons travaillé à une température de $28^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, une humidité relative entre 70% et 75% et une photopériode 12h/12h. Au bout de 24h, le contenu de chaque boîte de pétri est récupéré. Dans les mêmes conditions, la longévité des adultes de *C. maculatus* a été suivie chaque jour jusqu'à la mortalité totale des bruches. Pour la fécondité, les œufs pondus (éclos, non éclos) par les femelles dans chaque boîte de pétri ont été comptés sous loupe binoculaire. Après, les adultes émergents ont été suivis chaque jour jusqu'à l'arrêt totale des émergents puis ils ont été comptés.

3 RÉSULTATS

3.1 RENDEMENT ET COMPOSITION CHIMIQUE DES EXTRAITS D'ALCALOÏDES

L'extraction des alcaloïdes a été effectuée par trois méthodes (en milieu acide et alcalin), les extraits obtenus sont A_1 , A_2 , A_3 et A_4 . Leurs rendements moyens ont été exprimés en gramme par rapport à 100g de matière végétale sèche. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 1.

Tableau 1. Rendements obtenus par différentes méthodes d'extraction d'alcaloïdes

Méthode	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3	
Milieu	Acide		Alcalin	
Echantillon	A_4	A_1	A_2	A_3
Rendement (%)	2,9	3,7	3,1	3,1

Le rendement en poids sec des alcaloïdes obtenu par la méthode 1 est de 2,9%. Il est de l'ordre de 3,1% pour la méthode 3. Le rendement le plus élevé a été obtenu avec la méthode 2 d'une valeur de l'ordre de 3,7%.

3.2 COMPOSITION CHIMIQUE DES ALCALOÏDES

L'analyse du profil chromatographique des différents extraits d'alcaloïde d'*A. pyrethrum* (A_1 , A_2 , A_3 et A_4) et leurs spectres de masse (pics moléculaires $[M]^+$ et/ou quasi-moléculaires : $[M+H]^+$, $[M+Na]^+$ et $[M+K]^+$) obtenus dans nos conditions expérimentales nous a permis la séparation de mélanges complexes et l'identification de substances naturelles des extraits d'alcaloïdes en particulier les alkylamides. Les aires de répartition des différents extraits A_1 , A_2 , A_3 et A_4 sont respectivement de l'ordre de 90,29% ; 86,85% ; 89,2% et 90,09% (Figure 1, 2, 3, et 4).

L'analyse de la composition chimique des extraits d'alcaloïdes montre une variation quantitative et qualitative du profil chimique et dépend de la méthode d'extraction et de solvant utilisé (Tableau 2). Différents teneurs de N-alkylamides peuvent être trouvés (Figures 5-12).

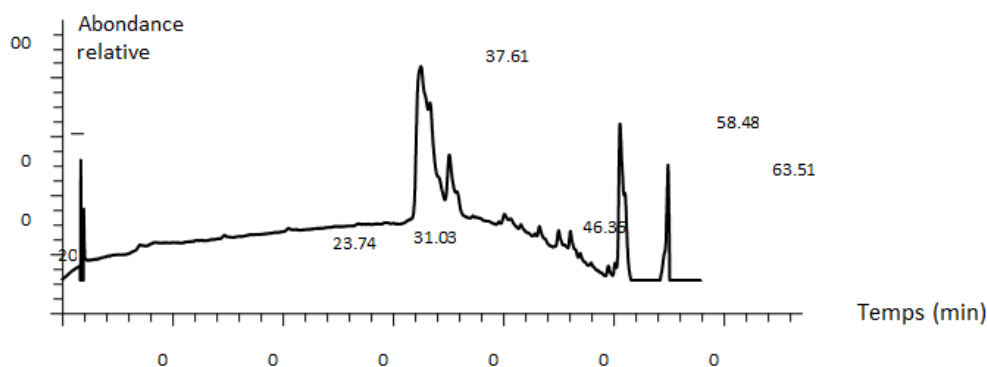


Fig.1. Chromatogramme des alcaloïdes d'*A. pyrethrum* (A_1) obtenu par LC/MS

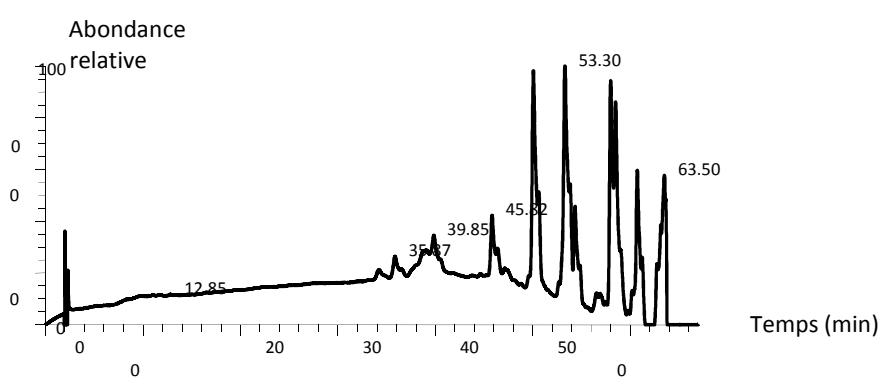


Fig. 2. Chromatogramme des alcaloïdes d'*A. pyrethrum* (A_2) obtenu par LC/MS

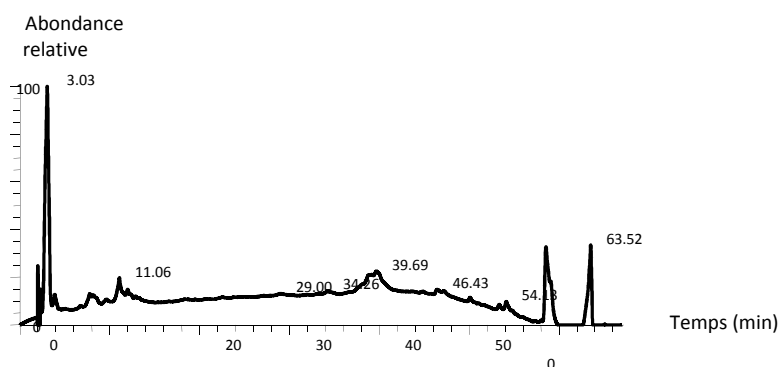


Fig. 3. Chromatogramme des alcaloïdes d'*A. pyrethrum* (A_3) obtenu par LC/MS

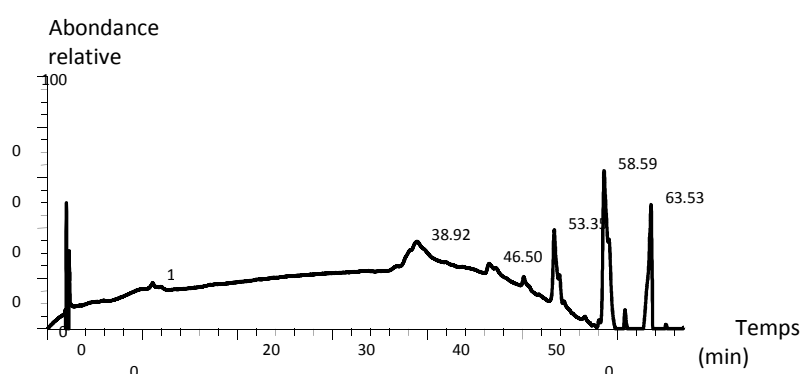


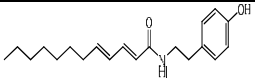
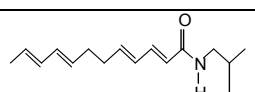
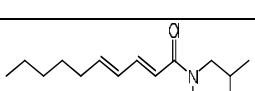
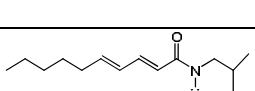
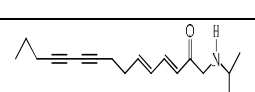
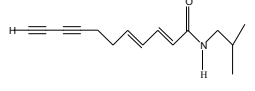
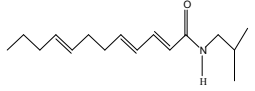
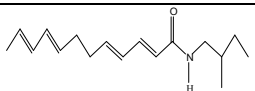
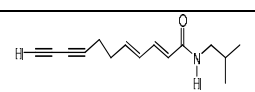
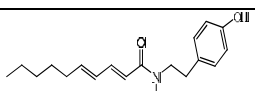
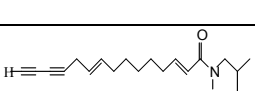
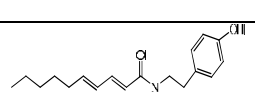
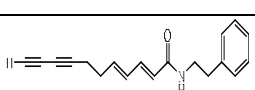
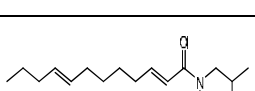
Fig. 4. Chromatogramme des alcaloïdes d'A. pyrethrum (A₄) obtenu par LC/MS

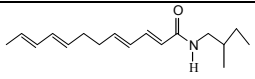
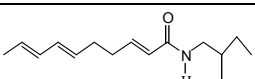
Tableau 2. Abondance relative des profils chimiques des extraits d'alcaloïdes

Profil chimique	TR	A ₁ (%)	A ₂ (%)	A ₃ (%)	A ₄ (%)
1	0,5 - 5,1	44,17	19,11	74,2	61,02
2	37,5 - 40,60	31,43	0	3,37	6,48
3	50 - 60	14,69	67,94	11,76	22,59

Tableau 3. Les alkylamides d'Anacyclus pyrethrum

N° du composé	TR (min)	m/z (Pic quasi moléculaire)	Masse moléculaire	Structure des composés	Nomenclature	Formule brute	Echantillon
1	6,30	178 M+H ⁺	177		N-isobutyl-2,4-heptadiene-6-monoynamide	C ₁₁ H ₁₅ ON	A ₃
2	8,49	136 M+H ⁺	135		Acétanilide	C ₈ H ₉ ON	A ₃
3	11,09	194 M+H ⁺	193		N-isobutyl-2,4-octadiene-6-monoynamide	C ₁₂ H ₁₇ ON	A ₃
4	12,18	223 M ⁺	223		Pellitorine	C ₁₄ H ₂₅ ON	A ₃
5	13,67	164 M+H ⁺	163		N-isobutyl-2,4-hexadiynamide	C ₁₀ H ₁₃ ON	A ₄
6	32,86	222 M+H ⁺	221		N-isobutyl-2,6,8-decatrienamide	C ₁₄ H ₂₃ ON	A ₃
7	34,2	258 M+H ⁺	257		N-isobutyl-2,7-didecadiene-10,12-diynamide	C ₁₇ H ₂₃ ON	A ₂ / A ₃
8	35,9	294 M+Na ⁺	271		N-isopropyl-2,4-tetradecadiene-8,10-diynamide	C ₁₈ H ₂₅ ON	A ₂

9	36,01	316 M+H ⁺	315		(2,4)-dodecadiene-N-tyramide	C ₂₀ H ₂₉ O ₂ N	A ₂
10	38,62	246 M+H ⁺	245		N-isobutyl-dodeca-2,4,8,10-tetraenamide	C ₁₆ H ₂₅ ON	A ₂
11	38,72	238 M+H ⁺	237		N-methyl-isobutyl-2,4-decadienamide	C ₁₅ H ₂₇ ON	A ₂
12	39,11	224 M+H ⁺	223		Pellitorine	C ₁₄ H ₂₅ ON	A ₁ /A ₂ /A ₃ /A ₄
13	42,03	272 M+H ⁺	271		N-isopropyl-2,4-tetradecadiene-8,10-diynamide	C ₁₈ H ₂₅ ON	A ₃
14	43,29	244 M+H ⁺	243		N-isobutyl-2,4-undecadiene-8,10-diynamide	C ₁₅ H ₁₉ ON	A ₂ / A ₃
15	43,5	250 M+H ⁺	249		N-isobutyl-2,4,8-dodecatrienamide	C ₁₆ H ₂₇ ON	A ₃
16	43,92	260 M+H ⁺	259		dodeca-2,4,8,10-tetraene 2-methylbutylamide	C ₁₇ H ₂₇ ON	A ₃
17	47,69	230 M+H ⁺	229		(2,4)-N-isobutyl-2,4-undecadiene-8,10-diynamide	C ₁₅ H ₁₉ ON	A ₂ / A ₄
18	50,10	288 M+H ⁺	287		(2,4)-decadiene-N-tyramide	C ₁₈ H ₂₅ O ₂ N	A ₂
	50,34	310 M+Na ⁺					
19	53,19	325 M+K ⁺	285		N-isobutyl-2,9-pentadecadiene-12,14-diynamide	C ₁₉ H ₂₇ ON	A ₃
20	54,34	301 M+Na ⁺	277		(2,4)-decadiene-N-tyramide	C ₁₈ H ₂₅ O ₂ N	A ₃
21	54,76	272 M+H ⁺	271		N-isobutyl-2,4,6,8,10,12-tetradecadienamide	C ₁₈ H ₂₅ ON	A ₂
22	55,46	278 M+H ⁺	277		(2,4)-undecadiene-8,10-diyn-N-tyramide	C ₁₉ H ₁₉ ON	A ₂ / A ₄
23	60,92	252 M+H ⁺	251		(2,8)-N-isobutyl-2,8-dodecadienamide	C ₁₆ H ₂₉ ON	A ₂ / A ₄

24	64,70	$282316[M+Na]^+$	259		dodeca-2,4,8,10-tetraene-2-methylbutylamide	$C_{17}H_{27}ON$	A_4
25	70,55	$236[M+H]^+$	235		deca-2,6,8-triene-2-hydroxybutylamide	$C_{14}H_{23}O_2N$	A_3

Les résultats des analyses chromatographiques montre que les quatre extraits d'alcaloïdes renferment tous la pellitorine (composé 4, Tableau 3). En effet, nous avons constaté que l'examen de l'extrait A_1 n'a permis de révéler que le composé 12. Par contre, l'analyse de l'extrait A_4 a montré la présence des alkylamides 5, 12, 17, 22 à 24. Quant aux échantillons A_2 et A_3 , ils renferment la majorité des alkylamides identifiés (Tableau 3). Dans l'extrait A_2 nous avons relevé la présence de douze alkylamides qui sont les composés 7 à 12, 14, 17, 18 et 21 à 23. L'échantillon A_3 est distingué par la présence de quatorze alkylamides (1 à 4, 6, 7, 12 à 16, 19, 20 et 25). Les extraits A_2 et A_3 obtenus par la méthode d'extraction 3, sont très riches en alkylamides donc la méthode d'extraction 3, réalisée en milieu alcalin, est efficace.

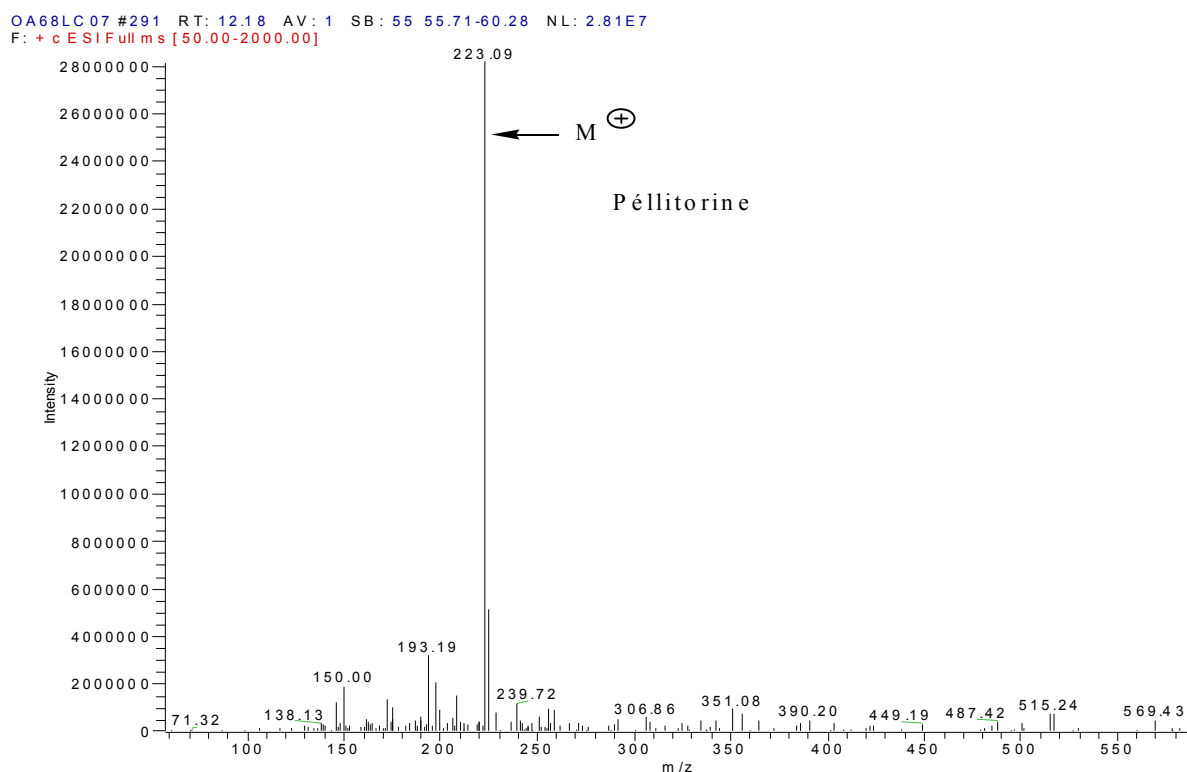


Fig. 5. Spectre de masse de pellitorine

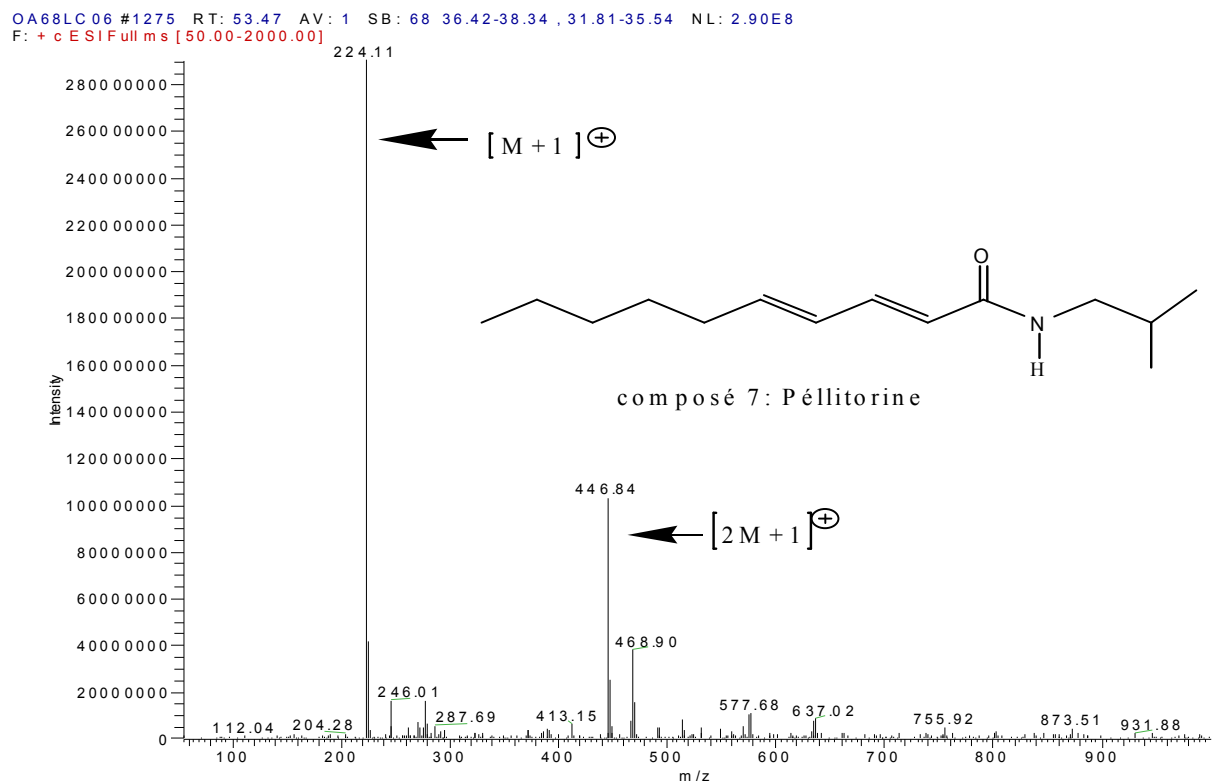


Fig. 6. Spectre de masse de pellitorine

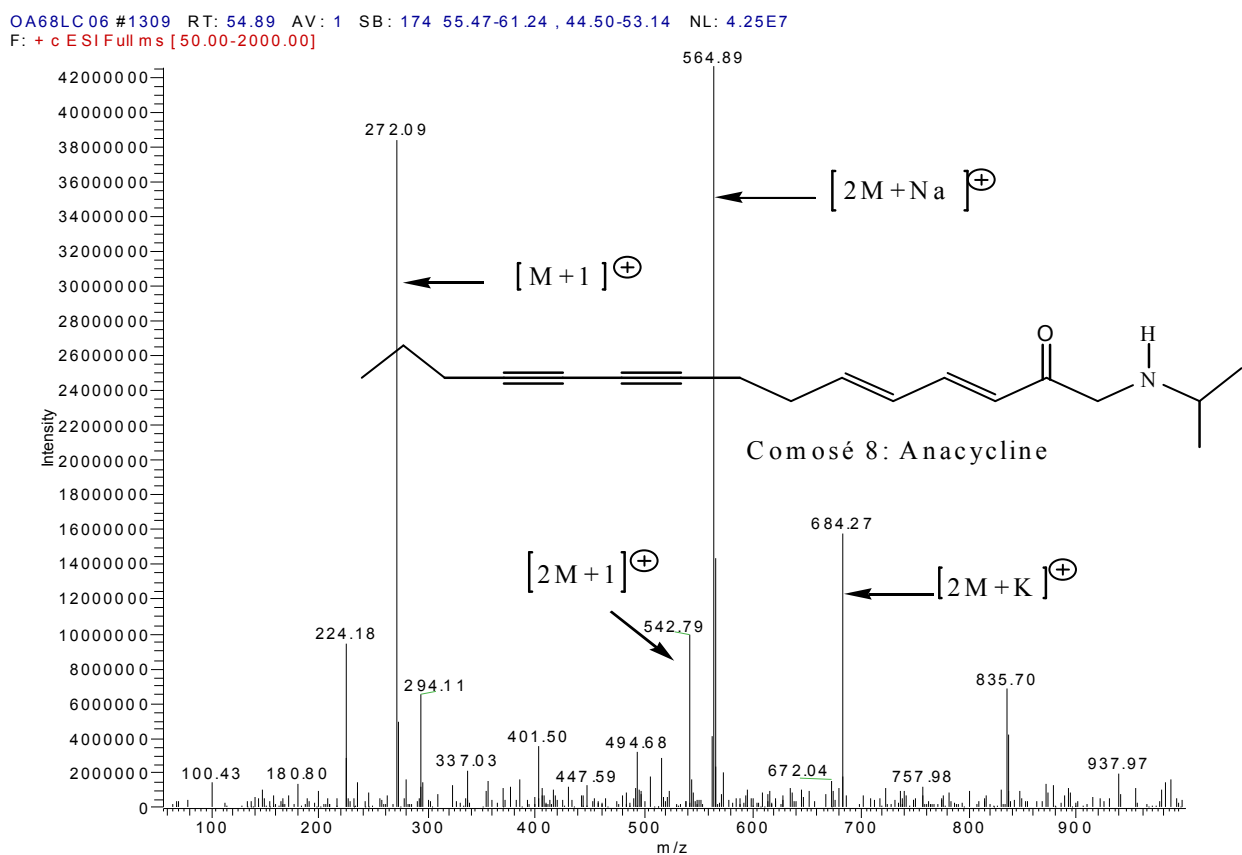


Fig. 7. Spectre de masse d'anacycline

OA68LC06 #1440-1463 RT: 60.41-61.33 AV: 12 SB: 117 61.49-66.64 ,55.72-60.28 NL: 8.68E7
F: + c ESI Full ms [50.00-2000.00]

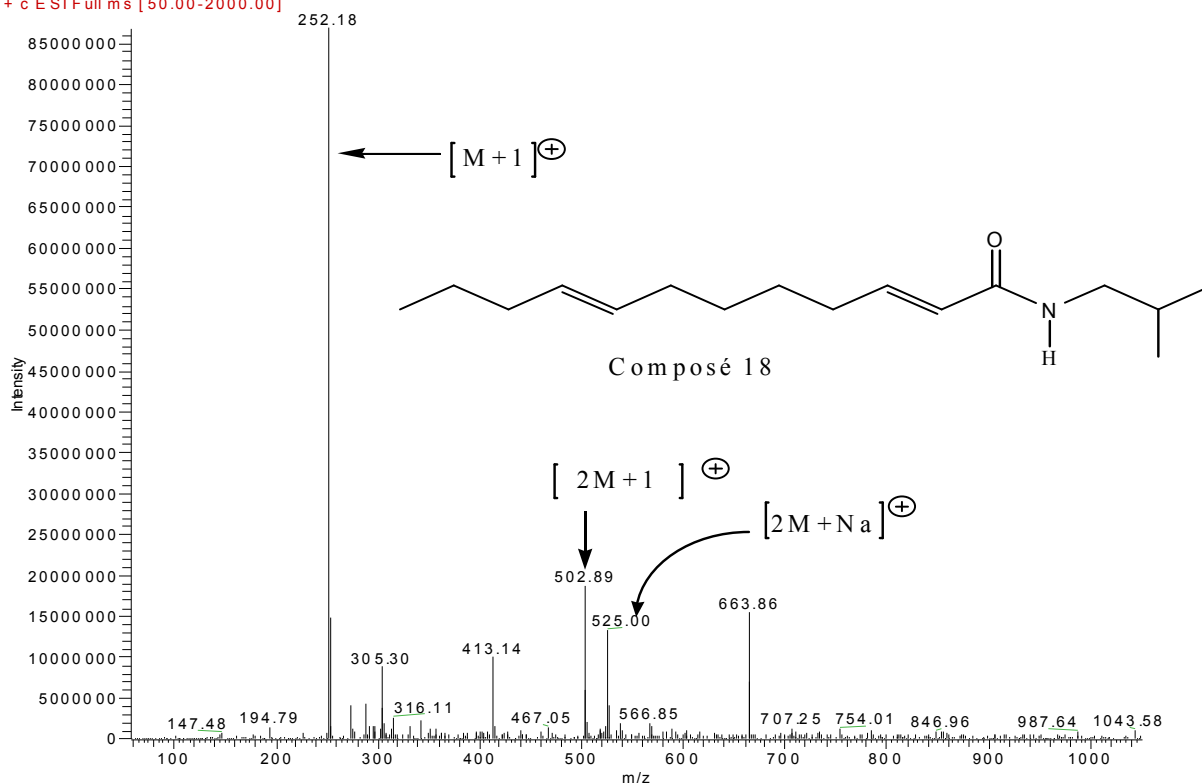


Fig. 8. Spectre de masse de (2,4)-decadiene-N-tyramide

OA68LC07 #265 RT: 11.09 AV: 1 SB: 55 55.71-60.28 NL: 4.54E7
F: + c ESI Full ms [50.00-2000.00]

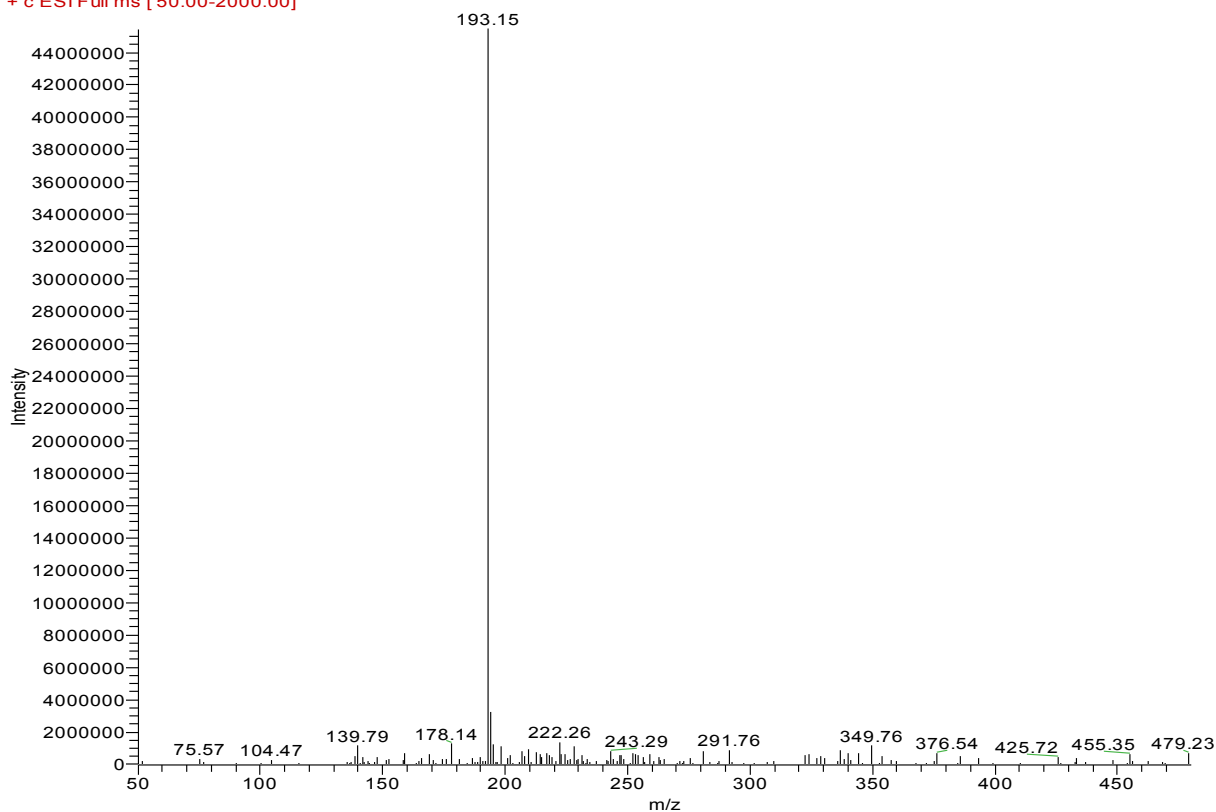


Fig. 9. Spectre de masse de N-isobutyl-2,4-octadiene-6-monoynamide

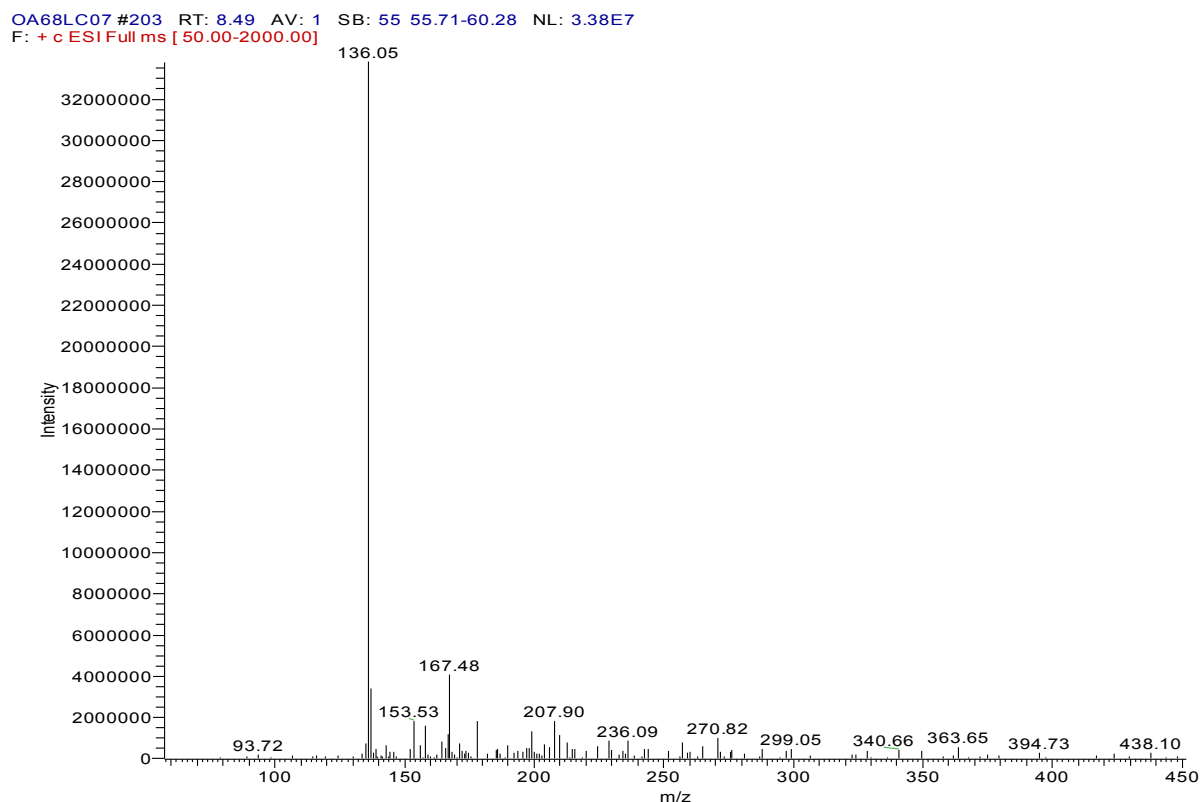


Fig. 10. Spectre de masse de l'acétanilide

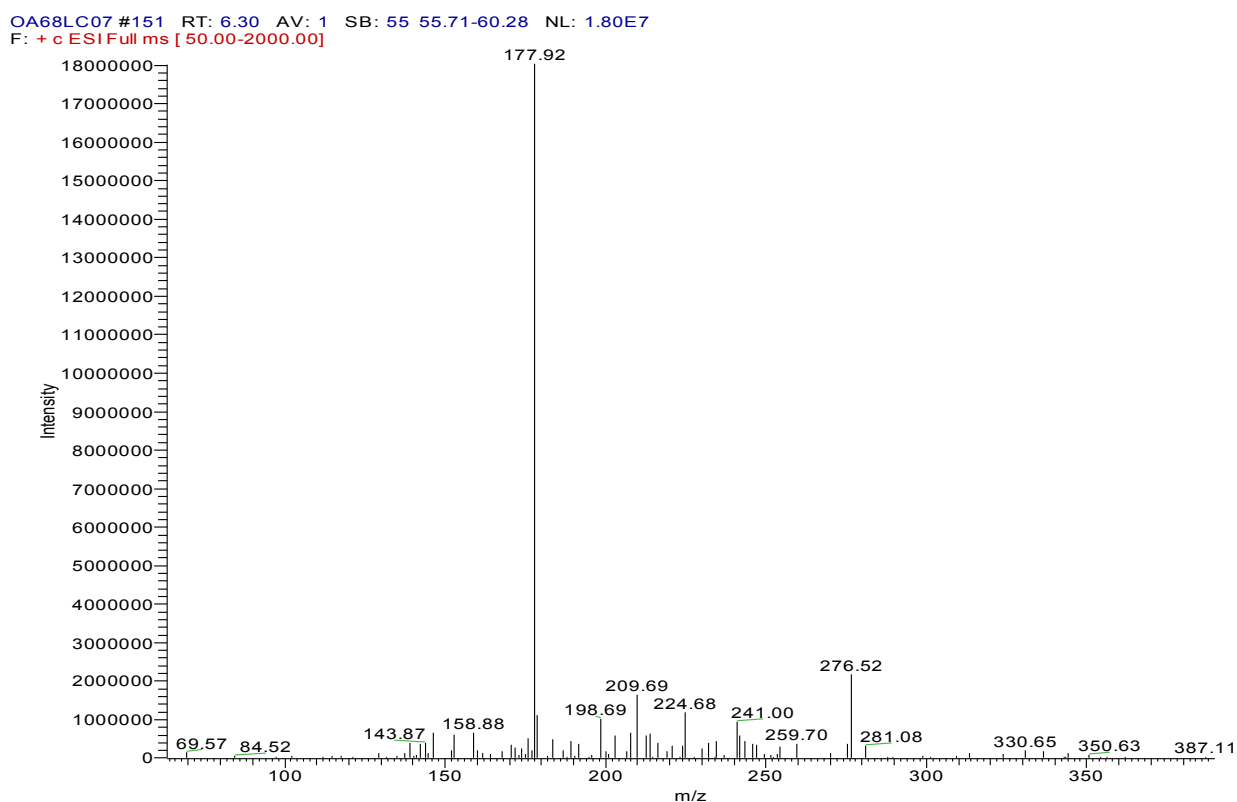


Fig. 11. Spectre de masse de N-isobutyl-2,4-heptadiene-6-monoynamide

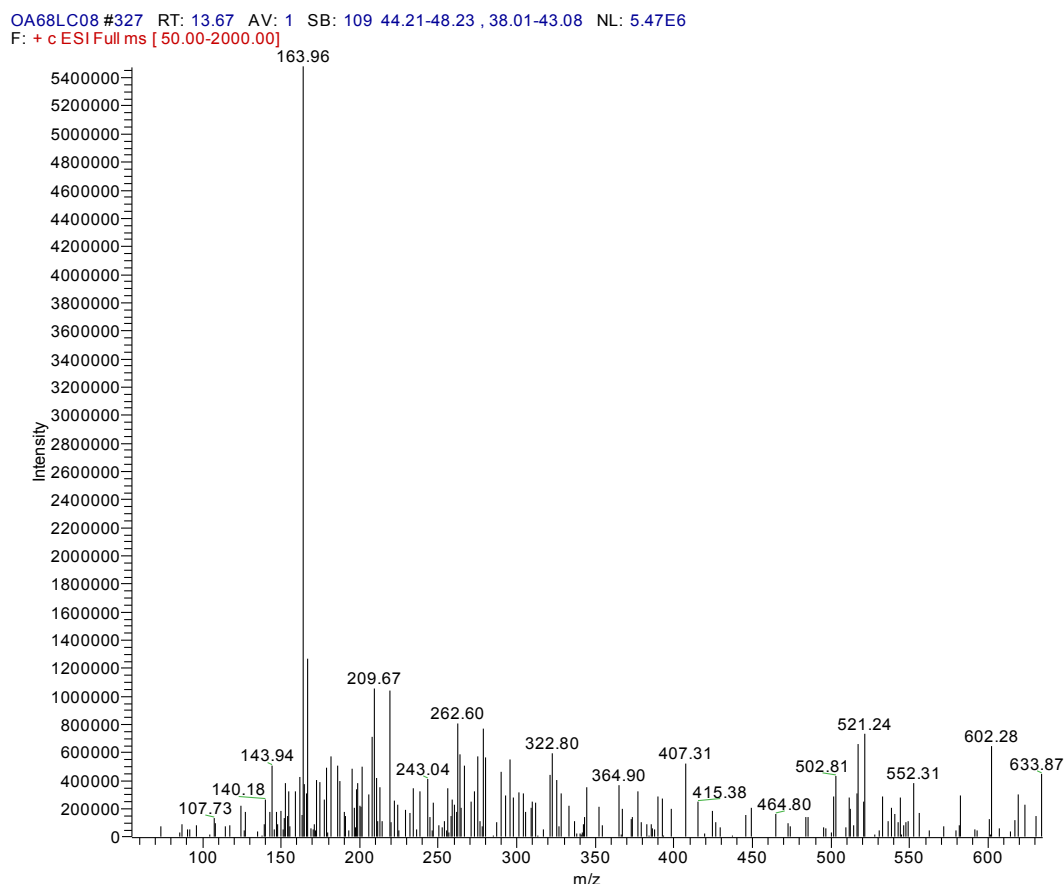


Fig. 12. Spectre de masse de *N-isobutyl-2,4-hexadiynamide*

3.3 ETUDE DE L'ACTIVITE INSECTICIDE DES ALCALOÏDES

La concentration normale D_n est 0,37g diluée dans 10ml d'eau distillée. Les doses $D_{n/2}$ et D_{2n} sont respectivement 0,185g10mL⁻¹ et 0,74g10mL⁻¹. Dans nos conditions expérimentales, les effets des alcaloïdes sur *C. maculatus* varient selon la concentration utilisée. Ces effets se manifestent sur la longévité, la fécondité, le nombre d'œufs non féconds, la fertilité et le taux du succès. Les différentes concentrations d'alcaloïdes provoquent une mortalité des adultes de *C. maculatus* significativement plus élevée que celle obtenue avec le témoin. Les adultes mâles et femelles de *C. maculatus* mis en contact avec les différentes concentrations d'alcaloïdes ne survivent que six jours après le traitement. Par contre, la longévité des adultes mâles et femelles des lots témoins est de 14 jours (Figure 13). Donc, les alcaloïdes extraits d'*A. pyrethrum* ont diminué la survie des bruches élevés sur pois chiche. En fait, la variabilité individuelle est très forte ; les coefficients de variation évoluent de 23,04% à 82,22% chez les femelles et de 21,34% à 78,25% chez les mâles (Tableau1).

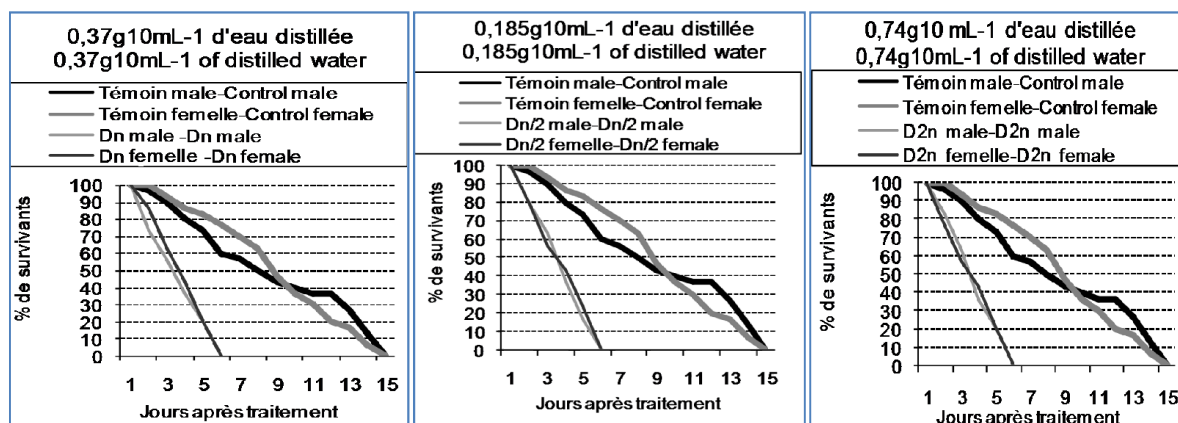


Fig. 13. Courbes de survie de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*.

Tableau 1. Longévité en jours de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes doses des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*.

Sexes	Dose (g10mL-1)	Effectifs	moyenne ± écart type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
Mâles	0	30	8,03 ^{aA} ± 1,71	1	14	21,34
	0,185	30	2,96 ^{bA} ± 2,31	1	5	78,16
	0,37	30	2,86 ^{bA} ± 2,22	1	5	77,56
	0,74	30	3,03 ^{bA} ± 2,37	1	5	78,25
Femelles	0	30	8,3 ^{aA} ± 1,91	2	14	23,04
	0,185	30	3,03 ^{bA} ± 2,36	1	5	77,87
	0,37	30	3,8 ^{bA} ± 3,12	1	5	82,22
	0,74	30	2,96 ^{bA} ± 2,30	1	5	77,76

En ce qui concerne la fécondité, le nombre d'œufs pondus par dix femelles sur les graines de pois chiche traitées par les alcaloïdes à différentes doses est inférieur à celui obtenu sur les graines non traitées. Ce nombre varie de 140,67œufs par dix femelles à 90,33œufs par dix femelles dans les lots traités contre 301,67œufs par dix femelles dans le lot témoin. Donc avec les alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum* à différentes doses, les fécondités sont statistiquement comparables avec le témoin. Cependant, il n'existe pas de différence significative entre eux (Figure 15). Les réponses individuelles des femelles de l'insecte sont toutefois variables, les coefficients de variation oscillent entre 4,97% et 32,19% (Tableau 2).

Il faut noter qu'il y'a une relation étroite entre la fécondité et la longévité des femelles de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes de pyrèthre. Cette longévité diminue significativement en comparaison avec le témoin ; ceci laisse suggérer que l'extrait d'alcaloïdes exerce un effet toxique puisque $R_2 = 0,952$ (Figure 14).

Tableau 2. Fécondité de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*.

Concentration (g/50graines)	Fécondité/10femelle ± écart type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
0	301,67 ± 15,01	287	317	4,97
0,185	140,67 ± 45,28	101	190	32,19
0,37	98 ± 10,54	88	109	10,75
0,74	90,33 ± 5,51	84	94	6,09

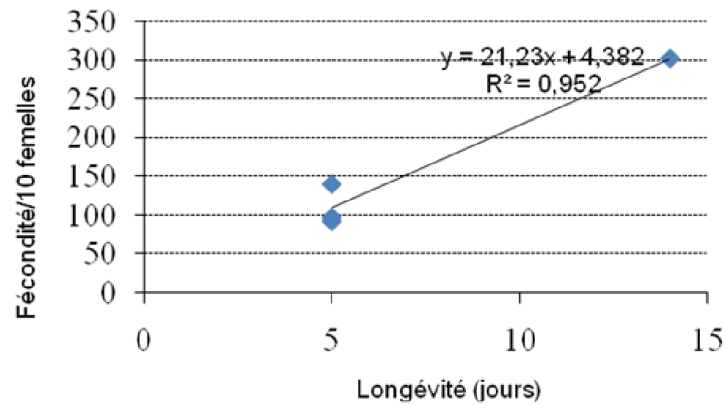


Fig. 14. Courbe de la fécondité en fonction de la longévité des adultes de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines femelles d'*A. pyrethrum*.

La fertilité varie de 96,42% avec le témoin jusqu'à 34,06% avec la dose 0,74g10mL⁻¹. Elle diminue au fur et à mesure que la concentration augmente. Les fertilités relevées sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines femelles d'*A. pyrethrum* sont comparables avec le témoin et entre elles. Les concentrations 0,185g10mL⁻¹ et 0,37g10mL⁻¹ produisent respectivement des pourcentages de fertilité de 89,15% et 59,64%. Une diminution importante de la fertilité chez les femelles de *C. maculatus* est enregistrée à la dose 0,74g10mL⁻¹ (Figure 15). La variabilité individuelle est moyenne ; les coefficients de variation passent de 1,38% à 46,70% (Tableau 3).

Tableau 3. Pourcentage des œufs éclos de *C. maculatus* relevé sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*.

Concentration (g/50graines)	Fertilité moyenne ± écart type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
0	96,42 ± 1,34	95,12	97,79	1,38
0,185	89,15 ± 3,12	86,14	92,37	3,49
0,37	59,64 ± 7,98	51,14	66,97	13,38
0,74	34,06 ± 15,91	16,67	47,87	46,70

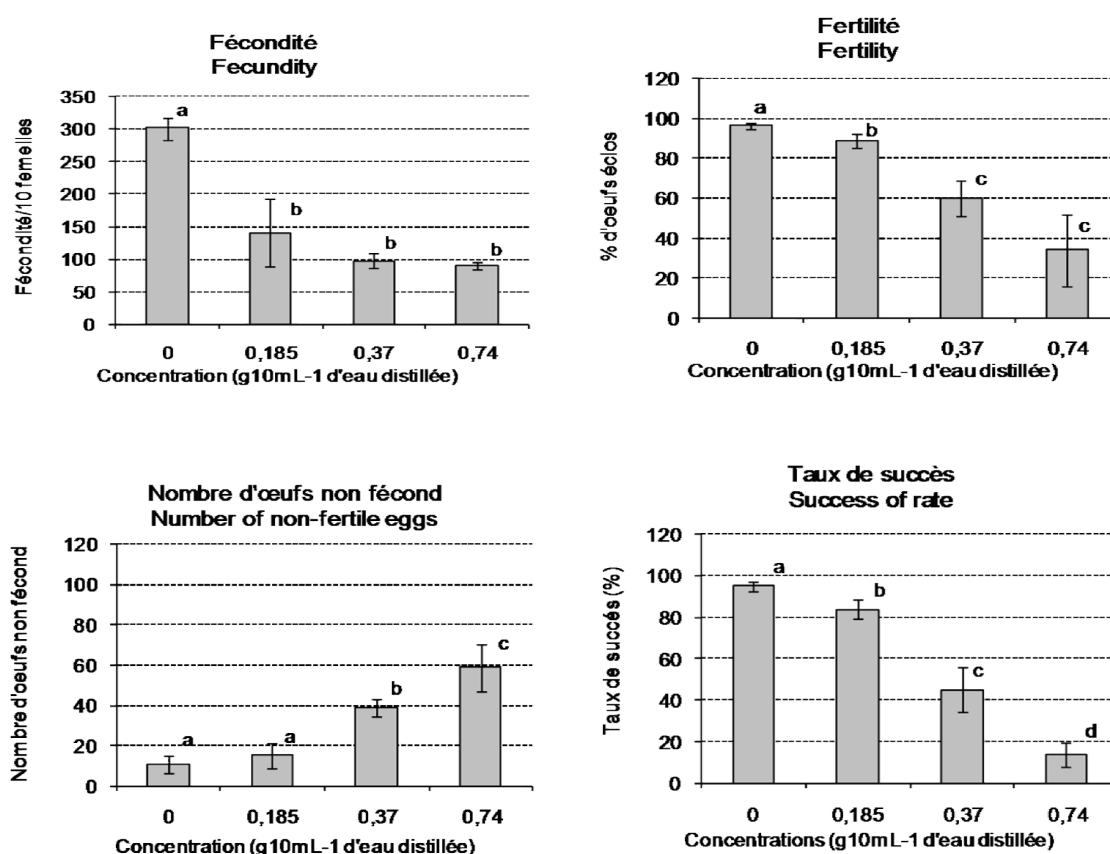


Fig. 15. Histogrammes présentant la fécondité, la fertilité, le nombre d'œufs non fécond et le taux de succès de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum* (les histogrammes affectés par une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre eux, test de Student au seuil de 5%).

Le nombre d'œufs non féconds est de 10,67 dans le lot témoin. Aux concentrations 0,185g10mL⁻¹ et 0,37g10mL⁻¹, ce nombre est respectivement de 15 et 39 (Figure 15). Une augmentation significative du nombre d'œufs non féconds est notée à la concentration 0,74g10mL⁻¹ avec une valeur de 59. Donc, le nombre d'œufs non féconds augmente avec la concentration. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre les faibles concentrations : 0g10mL⁻¹ et 0,185g10mL⁻¹ et les fortes concentrations : 0,37g10mL⁻¹ et 0,74g10mL⁻¹. La variabilité individuelle est moyenne ; les coefficients de variation oscillent entre 3,97% et 37,11% (Tableau 4).

Tableau 4. Nombre d'œufs non fécond de *C. maculatus* relevé sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*

Concentration (g10mL ⁻¹)	Nombre d'œufs non fécond moyen ± écart type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
0	10,67 ± 3,51	7	14	3,97
0,185	15 ± 5,57	10	21	37,11
0,37	39 ± 3,61	36	43	9,24
0,74	59 ± 10,54	49	70	17,85

Quant au taux de succès de *C. maculatus*, le traitement effectué avec les alcaloïdes réduit d'une manière significative leur pourcentage. Ce dernier varie d'une valeur de 95,08% avec le témoin jusqu'à une valeur de 13,82% avec la dose D_{2n}. Les tests effectués montrent que les alcaloïdes exercent une activité insecticide importante avec l'augmentation de la dose. Utilisés à

différentes doses, les taux de succès sont statistiquement comparables avec le témoin et entre les différentes concentrations testées. Il s'avère alors que les alcaloïdes d'*A. pyrethrum* sont très toxiques vis-à-vis du taux de succès des bruches (Figure 15).

La variabilité individuelle est moyenne ; les coefficients de variation oscillent entre 2,02% et 20,99% (Tableau 5).

Tableau 5. Taux de succès en % de *C. maculatus* sur les graines de *C. arietinum* traitées par différentes concentrations des alcaloïdes des racines d'*A. pyrethrum*.

Concentration (g/50graines)	Descendants moyens ± écart type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
0	95,08 ± 1,92	93,03	96,85	2,02
0,185	83,83 ± 4,10	79,21	87,02	4,89
0,37	45,25 ± 9,50	35,23	54,13	20,99
0,74	13,82 ± 4,99	8,33	18,09	36,10

4 DISCUSSIONS

L'analyse chromatographique nous a permis de constater que les quatre extraits d'*A. pyrethrum* renferment des alkylamides en particulier la pellitorine et l'anacycline. Des résultats similaires ont été rapportés par Gautam *et al.* 2011 [14] et Bohlmann *et al.* 1973 [20]. Ils sont aussi en conformité avec ceux de Gulland *et al.* 1930 [21], Sukumaran *et al.* 1995 [22], et Chaaib 2004 [23] qui ont montré que la pellitorine est le principal constituant présent dans les racines d'*A. pyrethrum*. En outre, Burden et Crombie 1969 [24] ont prouvé que l'*A. pyrethrum* contient le N-(2-p-hydroxyphenylethyl) deca -, dodeca -, et tetradeca-trans-2, trans-4-dienamide, qui est une nouvelle série de tyramine-amides. En outre, Jente *et al.* 1972 [25] ont affirmé que l'examen de l'extrait des racines d'*A. pyrethrum* a donné en plus des matières déjà connues, des amides supplémentaires dont les structures ont été déterminées par spectroscopie. Auhmani 1995 [26] a isolé des racines de pyrèthre deux composés isobutylamides insaturés dont leurs structures ont été identifiées. Dans notre travail nous avons pu identifier 25 composés dont les alkylamides 1, 2, 3 et 5 à nos connaissances, ont été identifiés pour la première fois. Naturellement, Les molécules bioactives N-alkylamides présentent des degrés d'activités biologiques variables. L'évaluation de structure-toxicité a mené au développement des N-alkylamides synthétiques qui se montrent prometteurs en tant qu'agents de lutte contre les insectes.

Les expérimentations effectuées nous ont permis de suivre l'évolution de la longévité, la fécondité, la fertilité, le nombre d'œufs non fécond et le taux de succès de *C. maculatus* vis-à-vis des alcaloïdes extraits des racines d'*A. pyrethrum*. Utilisés à différentes doses, ces alcaloïdes occasionnent un effet insecticide significatif sur ces paramètres. Les alcaloïdes d'*A. pyrethrum* affectent la longévité des bruches d'une manière très significative. Des résultats similaires ont été observés aussi chez *Mustica domestica* traité par la pellitorine, isolée des racines de *Zanthoxylum usambarense* [27]. Ainsi, l'isobutylamide (pellitorine) identifié dans les fruits de *Piper nigrum* et les racines d'*Asarum heterotropoides* a une puissance larvicide considérable [17], [28]. Les résultats sont conformes aussi à ceux décrits par Miranda *et al.* 2003 [29], l'extrait d'alcaloïde de *Piper tuberculatum* provoque la mortalité des larves et adultes d'*Apis mellifera*. De même, Bouchelta *et al.* 2005 [30] ont prouvé que les alcaloïdes extraits des fruits de *Capsicum frutescens* (L.) affectent la survie des œufs et les adultes de *Bemisia tabaci* infestant les plants de tomates, *Lycopersicon esculentum* Mill. var. Daniella. Autant Flint et Parks 1995 [31]; et Hori 1996 [32] ont observé que l'extrait d'ail provoque respectivement la mortalité des différents stades de *Bemisia argentifolii* et de *Myzus persicae*.

Les alcaloïdes des racines femelles d'*A. pyrethrum* induisent chez les femelles de *C. maculatus* une inhibition importante de la fécondité. Ces résultats sont conformes à ceux de Aboua *et al.* 2010 [33]. Cette diminution de la fécondité, est due à la mort précoce des bruches qui ne dépasse pas cinq jours avec toutes les concentrations. Egalement, Schmidt *et al.* 1991 [34] ont prouvé l'effet d'*Acorus clamus* sur le *Callosobruchus phaseoli*. Ces résultats sont pareils à ceux observés par Abbassi *et al.* 2005 [35] en étudiant l'effet des alcaloïdes de l'extrait éthanolique des feuilles de *Peganum harmala* en floraison sur le criquet pèlerin, une réduction de la fécondité des femelles traitées à l'état imaginaire. Ces résultats sont similaires à ceux de Bouchelta *et al.* 2005 [30], qui ont étudié l'effet des alcaloïdes de *Capsicum frutescens* (L.) sur *Bemisia tabaci*. Comme cela a été mis en évidence par Aouinty *et al.* 2006 [36], qui ont montré l'efficacité des extraits de *Ricinus communis* et du *Tetraclinis articulata* sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Aussi, les résultats sont conformes à ceux de Ba-Angood et Al-Sunaidy 2003 [37] qui ont constaté que *Lantana Camara* affect la ponte de *Callosobruchus chinensis*.

Les alcaloïdes d'*A. pyrethrum* exercent aussi un effet négatif sur la fertilité. De leur côté, Abbassi *et al.*, 2003; 2005 [38], [35] ont observé que les alcaloïdes de l'extrait éthanolique des feuilles de *Peganum harmala* en floraison a réduit la fertilité des femelles traitées à l'état imaginaire chez le criquet pèlerin. Ces résultats sont générés par les alcaloïdes indoliques, la harmine et la harmaline, qui ont été identifiés dans cet extrait. Les alcaloïdes d'*A. pyrethrum* agissent fortement sur la viabilité des œufs. Les résultats ont également été observés par Nuto, 1995 [39] sur *C. maculatus* traité par les extraits d'écorce de *Xanthoxylodes xanthoxiloides*. Ceci a été tant observé chez *Bemisia tabaci* [30]. D'ailleurs, Kiendrebeogo *et al.* 2006 [40] ont montré que l'extrait à l'acétone de *Striga hermonthica* provoque un effet ovicide sur *C. maculatus*.

Les résultats obtenus ont montré que les différentes concentrations des alcaloïdes ont diminué le pourcentage du taux de succès de *C. maculatus* par rapport au témoin. Ces résultats sont similaires à ceux déjà observés par Kiendrebeogo *et al.* 2006 [40], qui ont montré que l'extrait de *Striga hermonthica* entraîne une réduction de taux d'adultes de *C. maculatus* émergeant des graines. Comme cela a été montré par Aïboud 2011 [41] en étudiant l'efficacité du thym, d'origan, du basilic, du myrte, du giroflier, d'eucalyptus et du bois d'inde sur la bruche *C. maculatus*, le pyrèthre d'Afrique est connu pour ses propriétés insecticides. L'effet insecticide de la racine d'*A. pyrethrum* a été observé chez les poux et vermine [42]. Ceci serait peut être dû aux alcaloïdes comme a montré Kambou et Guissou 2011 [43] qui ont prouvé que les propriétés insecticides d'extrait aqueux de substances épicées sur les insectes ravageurs de l'haricot vert (*Phaseolus vulgaris*) étaient dues à la présence des alcaloïdes pipéridiniques. Ces résultats sont similaires à ceux déjà observés par Kabore *et al.* 1998 [44], qui attribuent la primauté des actions biologiques de *Nauclea latifolia* Sm. aux principes alcaloïdiques variés contenus dans les racines. Les alcaloïdes peuvent avoir des effets toxiques par contact chez les embryons (œufs) par contact et/ou par ingestion chez les adultes de *C. maculatus*. D'ailleurs, Sovanvatey *et al.* 2011 [45] ont illustré par l'étude phytochimique de *Poikilospermum suaveolens* (Blume) Merr. que ses effets insecticides étaient dû à l'action de l'alcaloïde terpénique isolé de la tige de cette plante, la friedeline.

5 CONCLUSION

Les alcaloïdes sont des substances naturelles, biodégradables et moins polluantes. Cette étude montre que les alcaloïdes, N-alkylamides, des racines d'*A. pyrethrum* ont une action certaine dans le contrôle de *C. maculatus*. Ceci indique qu'une protection durable et à coût peu élevé contre *C. maculatus* est possible en utilisant les alcaloïdes d'*A. pyrethrum* ce qui peut représenter une solution alternative intéressante aux insecticides chimiques. Le traitement des denrées stockées par les extraits des plantes contre les insectes ravageurs peut être envisagé dans les conditions de stockage sans risque pour le consommateur et l'environnement. Par ailleurs, sachant que les extraits de plantes perdent leur activité biologique sous les radiations solaires [46], les modes d'action, les modalités d'application et l'impact des facteurs physiques sur la dégradation des composés botaniques testés doivent aussi être étudiés. Ces travaux pourraient être poursuivis afin de trouver une utilisation pratique de ces formulations dans la protection des stocks de légumineuses en général et des stocks de *C. arietinum* en particulier.

RÉFÉRENCES

- [1] D. Soltner, Les bases de la production végétale. Sol, climat, plante, Ed. Lavoisier, Angers, 464 p, 1990.
- [2] V. Lienard and D. Seck, Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coléoptera : Bruchidae) ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp en Afrique tropicale. *Insect Sci. Applic.*, 15, p301-311, 1994.
- [3] L.J. Bamaïyi, I. Onu, C.I. Amatobi and M.C. Dike, Effect of *C. maculatus* infestation on nutritional loss on stored cowpea grains. *Archives of Phytopathology and Plant Protection.*, 39, p119-127, 2006.
- [4] A. Kellouche and N. Soltani, Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). *International Journal of Tropical Insect Science.*, 24, p184-191, 2004.
- [5] L. Matos, B. Mikolo, D. Massamba, V. Mamonekene and T. Miller, Evaluation de l'activité insecticide de l'écorce de *Fagara heitzii* Aubr. Pel. Sur *Callosobruchus maculatus* F., *Sitophilus zeamays* Motsch et *Periplaneta americana* L. *Ann. Univ. M. Ngouabi.*, 10, p 42-48, 2009.
- [6] A. Delobel, M. Tran, *Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. Orstom Editions, Paris, 424 p, 1993.
- [7] J. Bellakhdar, Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-sahariennes contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine. Edition techniques nord-africaines, Rabat, 221 p, 1978.
- [8] L.A. Tapondjou, C. Adler, H. Bouda and D.A. Fontem, Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research.*, 38, 395-402, 2002.

- [9] K. Batanouny, Guide to Medicinal Plants in North Africa. Centre for Mediterranean Cooperation, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: *Anacyclus pyrethrum* L. ISBN 2-8317-0893-1, p 35-37, 2005.
- [10] N. N. Jalayer, M. Niakan, E. Khodadadi, Determination of Antibacterial Activity of *Anacyclus Pyrethrum* Extract against Some of the Oral Bacteria: An In Vitro Study. *Shiraz Univ Dent J*; 13(2), p 59-6, 2012.
- [11] K. Sujith, Ronald Darwin C., Suba V., Inhibitory effect of *Anacycluspyrethrum* extract on acetylcholinesterase enzyme by *invitro* methods, *Phcog J | Vol 4 | Issue 33*, priginal article, p 31-34, 2012.
- [12] Ch. Selles, M. E. A. Dib, H. Allali and B. Tabti, Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of solvent extracts of *Anacyclus pyrethrum* L., from Algeria Mediterranean Journal of Chemistry, 2(2), p 408-415, 2012.
- [13] S. M. A. Zaidi, A. P. Shadab, S. Surender, J. Shakir, J. A. Farhan, K. K. Roop, Anticonvulsant, Anxiolytic and Neurotoxicity Profile of Aqarqarha (*Anacyclus pyrethrum*) DC (Compositae) Root Ethanolic Extract. *Pharmacology & Pharmacy*, 4, p 535-541, 2013.
- [14] O.P. Gautam, V. Savita, S. K. Jain, Anticonvulsant And Myorelaxation Activity Of *Anacyclus Pyrethrum* Dc. (Akarkara) Root Extract. *Pharmacologyonline* 1: 121-125 Newsletter, 2011.
- [15] M. Yolanda Rios, Natural Alkamides: Pharmacology, Chemistry and Distribution, Drug Discovery Research in Pharmacognosy, Prof. Omboon Vallisuta (Ed.), ISBN: 978-953-51-0213-7, 2012.
- [16] B. Jente, B. Antoon, N. Joachim, V. Lieselotte, T. Guy De, S. Bart De, Alkamid database: Chemistry, occurrence and functionality of plant N-alkylamides. *Journal of Ethnopharmacology* 142, p 563–590, 2012.
- [17] P. IL-Kwon, L. Sang-GIL, S. Sang-CHUL, P. Ji-Doo, A. Young-Joon, Larvicidal Activity of Isobutylamides Identified in *Piper nigrum* Fruits against Three Mosquito Species. School of Agricultural Biotechnology, J. Agric. Food Chem., 50, p 1866-1870, 2002
- [18] R. Annalakshmi, R. Uma, G. Subash chandran, A. Muneeswaran, A treasure of medicinal herb - *Anacyclus pyrethrum*. A review Indian Journal of Drugs and Diseases. ISSN: 2278–294. ISSN: 2278- 2958. Vol.1 No.3. p 59-67, 2012.
- [19] A. Djilani, B. Legseir, R. Soulimani, A. Dicko & C. Younos, New technique for alkaloids. *J. Braz. Chem. Soc.*, 17, p 518-520, 2006.
- [20] F. Bohlmann, T. Burkhardt, C. Zedero, Naturally Occurring Acetylenes, Academic Press, London, p 74-78, 1973.
- [21] J.M. Gulland, G.U. Hopton, Pellitorine, the pungent principle of *Anacyclus pyrethrum*. *Journal of the Chemical Society*, p 6-11, 1930.
- [22] K. Sukumaran, R. Kuttan, Inhibition of tobacco-induced mutagenesis by eugenol and plant extracts. *Mutation Research - Genetic Toxicology*, 343, p 25-30, 1995.
- [23] K.F. Chaaib, Investigation phytochimique d'une brosse à dents africaine *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Zepernick et Timler (Syn. *Fagara zanthoxyloides* L.) (Rutaceae), Thèse de doctorat, p 87-100, 2004.
- [24] R.S. Burden, L. Crombie, Amides of vegetable origin. Part XII. A new series of alka-2,4 dienoic tyramine-amides from *Anacyclus pyrethrum* D.C. (Compositae). *Journal of the Chemical Society C: Organic*, 19, p 2477-2481, 1969.
- [25] R. Jente, Bonnet P.H., Bohlmann F., Polyacetylenverbindungen, 206. Über die Inhaltsstoffe von *Anacyclus pyrethrum* DC. *Chemische Berichte*, 105, p 1694-1700, 1972.
- [26] A. Auhmani, Contribution à l'étude chimique et pharmacologique d'*Anacyclus pyrethrum* DC, Thèse de doctorat, p 21-27, 1995.
- [27] He. Weidong, L.V. Puyvelde, N. D. Kimpe, L. Verbruggen, K. Anthonissen, M.V.d. Flaas, J. Bosselaers, S.G. Mathenge and F.P. Mudida, Chemical Constituents and Biological Activities of *Zanthoxylum usambarense*. *PHYTOTHERAPY RESEARCH* *Phytother. Res.* 16, 66–70. DOI: 10.1002/ptr.849, 2002.
- [28] H. Perumalsamy, J-R. Kim, SM. Oh, JW. Jung, Y-J. Ahn, Novel Histopathological and Molecular Effects of Natural Compound Pellitorine on Larval Midgut Epithelium and Anal Gills of *Aedes aegypti*. *PLoS ONE* 8(11): e80226. doi: 10.1371/ journal. pone. 0080226. 2013.
- [29] J.E. Miranda, H.M. Deboni Navickiene, R.H. Nogueira-Couto, S.A. De Bortoli, M.J. Kato and V.D. Silva Bolzani, M. Furlan, Susceptibility of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to pellitorine, an amide isolated from *Piper tuberculatum* (Piperaceae). *INRA/DIB-AGIB/ EDP Sciences.*, 34, p 409-415, 2003.
- [30] A. Bouchelta, A. Boughdad & A. Blenzar, Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanacées) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 9, p 259-269, 2005.
- [31] HM. Flint and NJ. Parks, Tests of garlic control of the silverleafwhitefly, *Bemissia argentifolii* in cotton. *Southwestern Entomologist.*, 20, p137-150, 1995.
- [32] M. Hori, Settling inhibition and insecticidal activity of garlic and onion against *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Appl. Entomol. Zool.*, 31, p605-612, 1996.
- [33] L.R.N. Aboua, B.P. Seri-Kouassi, H.K. Koua, Insecticidal Activity of Essential Oils from Three Aromatic Plants on *Callosobruchus maculatus* F. in Côte D'ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 39, p 243-250, 2010.

- [34] G.H. Schmidt, E.M. Risha, A.K.M. El-Nahal, Reduction of progeny of some stored product *coleoptera* by vapours of *Acourus calamus* oil. *Journal of Stored Products Research*, 27, p 121-127, 1991.
- [35] K. Abbassi, L. Mergaoui, Z. Atay-Kadiri, S. Ghaout & A. Stambouli, Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. *Zool. Baetica.*, 16, p 31-46, 2005.
- [36] B. Aouinty, S. Oufara, F. Mellouki & S. Mahari, Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 10, p 67-71, 2006.
- [37] S. BA-Angood, and M.A. AL-Sunaidy, Effect of neem oil and some plant powders on egg laying and hatchability of cowpea beetle, *Callosobruchus chinensis* eggs on stored cowpea seeds. *Uni. Aden J. Nat. Appl. Sci.*, 7: p 195-202, 2003.
- [38] K. Abbassi, L. Mergaoui, Z. Atay-Kadiri, A. Stambouli & S. Ghaout, Activité biologique de l'extrait de graines de *Peganum harmala* sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål 1775). *Journal of Orthoptera Research.*, 12, p 71-78, 2003.
- [39] Y. Nuto, Synergistic action of cooccurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* Lam. (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). Ph. D, State University of New York, NY, 107 p, 1995.
- [40] M. Kiendrebeogo, A.P. Ouedraogo and O.G. Nacoulma, Activités insecticides de *Striga hermonthica* (Del.) Benth (Scrophulariaceae) sur *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera : Bruchidae). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 10, p 17-23, 2006.
- [41] K. Aïboud, Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coléoptère : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Mémoire de magister, p 49-51, 2011.
- [42] J. Bellakhdar, Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-sahariennes contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine. Edition techniques nord-africaines, Rabat, 221 p, 1978.
- [43] G. Kambou and I.P. Guissou, Phytochemical composition and Insecticidal Effects of Aqueous Spice Extracts on Insect Pests Found on Green beans (*Phaseolus vulgaris*) in Burkina Faso. *Tropicicultura.*, 29, p 212-217, 2011.
- [44] I.Z. Kabore, I.P. Guissou, S. Sourabie and G. Gngao, Eléments de monographie sur *Nauclea Latifolia* SM. (Rubiaceae) : Chimie, Activités biologiques, Toxicité. *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, 10, p 42-54, 1998.
- [45] N. Sovanvatey, Mathieu L., Kaing C.S., Bruno D., Sothea K., Etude phytochimique de *Poikilospermum suaveolens*. (Blume) Merr., Congrè du Mékong Santé, p 1-21, 2011.
- [46] IM. Scott, H. Jensen, JG. Scott, MB. Isman, JT. Arnason & BJR. Philogène1, Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Arch. Insect Bioch. Physio.*, 54, p 212-225, 2003.

Open pits geochemistry form the abandoned mine area of the High Moulouya District (NE-Morocco)

Tarik Bahaj¹, Moad Morarech¹, Nadia Kassou¹, Mohamed Hilali², Ilias Kacimi¹, and Rachida Daghmoumi¹

¹Department of Earth Sciences,
Mohammed V University, Faculty of Science, Rabat, Morocco

²Department of Earth Sciences,
Moulay Ismail University, Faculty of Science and Technology, Er-Rachidia, Morocco

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

ABSTRACT: The abandoned mine area of the High Moulouya District still represents an important resource. Main activities closely related to the abandoned mine are artisanal extraction, fossil and mineral trade, tourism, agriculture, and scientific research. The aim of this work is to investigate the geochemistry of open pits and waters flowing out of abandoned mine galleries. These waters are used by the inhabitants for agricultural purposes. The quality of those waters is moderately bad, the waters show contamination by trace and heavy metal.

KEYWORDS: abandoned mine, mine water, Water quality, water geochemistry, openpits.

1 INTRODUCTION

The High Moulouya is an abandoned metallogenic district with high levels of leads and zinc mineralization. The deposit is hosted in a tabular wide depression located in between the Middle Atlas Mountains to the North and the High Atlas to the South and South-East. The area corresponds to the internal sector of Moroccan hercynids [1]. The study aims to study the geochemistry of the open pits in the abandoned mine areas, especially in the localities of Zaida and Mibladen [2] and to assess their water quality. Water samples have been taken from open pits, shallow aquifers, and inside the abandoned mine galleries.

2 GEOLOGICAL FRAME

Geological investigations on the High Moulouya district have been carried out since the past century. The substratum of the Zaïda is made by granite with coarse-grained, it is outcrops along the O. Moulouya and it is also visible in the open pits[3].

The sedimentary cover has been subjected to various tectonic deformations, and levelled by energetic pre-Triassic erosion.

Peneplanation was remarkably intense, and the products of bedrock alteration are deposited on site or have undergone a small transport. In particular,arkose sediments cover large areas. Upon these arkoses were deposited shales and mudstones, then red sandstone with thin psammitic interlayers and frequent levels of evaporite minerals (anhydrite, gypsum and halite) showing lagoon sedimentation. These levels are covered by Triassic formations.

The Post Palaeozoic is sub tabular, and is made by Triassic to Cretaceous facies[4]. The Jurassic is made by 300 to 600 m thick of Lower Lias limestone and dolomite, the Dogger is made by marls and limestone up to 800 m thick. Cretaceous began with the Cenomanian marls (150m) and a 40 m Turonian limestone (Fig. 1). The Cenozoic formations consist of 5 to 30 m of conglomerates and lacustrine limestone from the Eocene and Oligocene. The Miocene starts with a 30 to 250m of

conglomerates surmounted by the marls which occupy the largest surface of the basin. The Plio-Villafranchien is made up of conglomerates and sandstone, which make the junction with the Quaternary made up of conglomerates, rollers, sands, sandy clays[1].

In the study area, the Palaeozoic formations are the most outcropping on the surface. The open pit geology can be resumed by the stratigraphic log reported in Fig. 2.

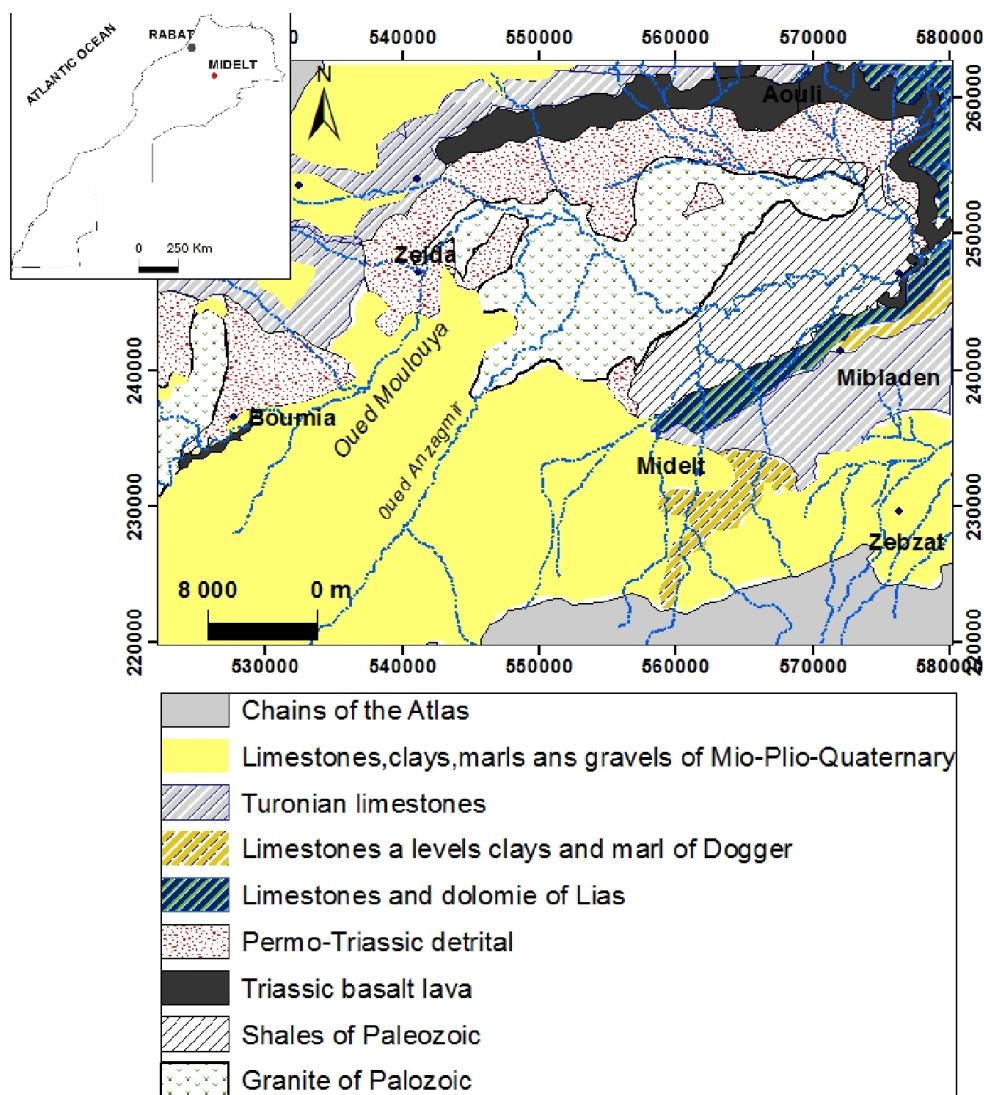


Fig. 1. Simplified Geological Map of the High Moulouya

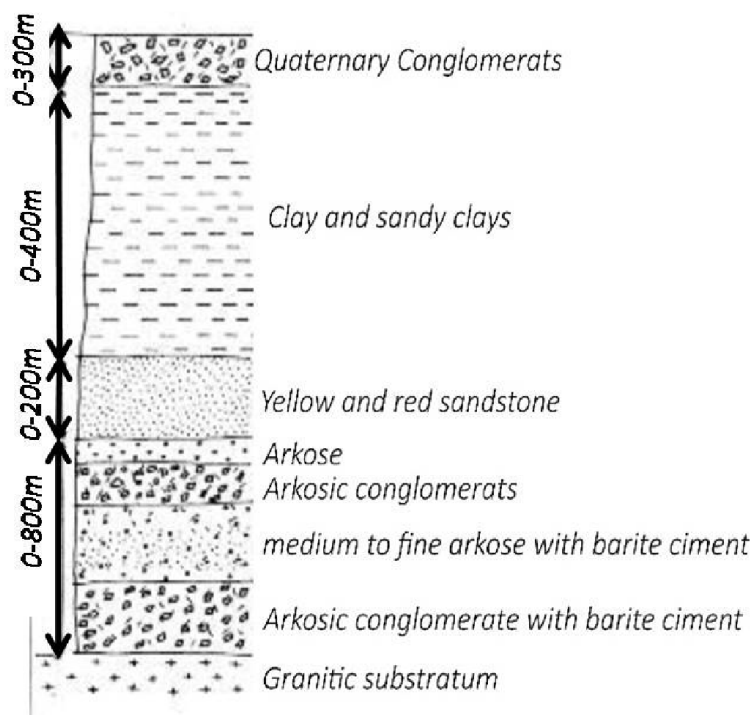


Fig. 2. Stratigraphic log of typical open pit

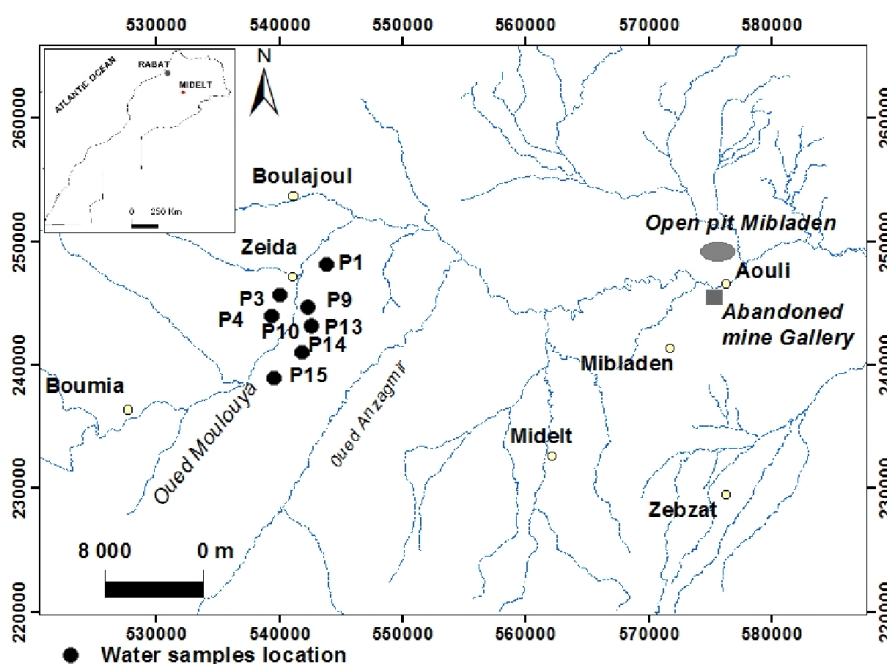


Fig. 3. Location Map of sampling point

3 WATER RESOURCES

The Moulouya river length is approximately 600km. It takes birth in the Middle Atlas Mountains and the high lands. The superficial water resources are estimated to 1150 Mm³ per year[5].

The groundwater resources are distributed in more than 20 hydrogeological units. The shallow aquifer and the deep aquifer are in most case multilayer. To resume the hydrogeology of the area three aquiferous units have been taken into consideration:

- Waterhosted in Jurassic limestone and dolomites constitutes the deep aquifer,
- The Turonian limestone aquifer is the most important groundwater resources in the area; several sources have been inventoried, their total flow is about 600 l/s;
- Waterhosted in the conglomerates, limestone and quaternary alluvia constitutes the shallow aquifer; although discontinuous it is the most exploited in the area to supply water for local population.

Several small water bodies are also hosted in granites, arkoses, mudstones and basalts of Permo-Trias in Aouli and Bou Mia. The open pits are alimented by superficial waters, from the Turonian aquifer and from locally from the shallow aquifer; they emerge in the open pits like sources or they are directly alimented from the O. Moulouya and its affluents.

3.1 SAMPLING AND ANALYTICAL METHODS

Physical parameters (Temperature, Electrical conductivity and Redox potential), dissolved oxygen, and alkalinity were measured on site. Some geochemical data derived from unpublished works are also used to consolidate the geochemical analysis. Case of the open pits P1 to P3 [3] [4] and the waters from abandoned mine gallery.

3.2 WATER CHEMISTRY

Despite the geographic proximity, the open pit waters are distinguished in two families (Fig.4) : chloride-sodium water, and a bicarbonate-calcium-magnesium. The origin of this differentiation could be found in the stratigraphic log and depth of each open pit. In fact, some pits reached the granitic-arkosic substrate, others were stopped at upper levels specially in the clayey level (Triassic) more rich in evaporite minerals, those levels are more charged on sulphates than the others. Waters from three open pits were collected on two different seasons; the last one was on June 2012 after a drought year, and the water seems to be more saline.

Water samples collected from Mibladen district inside open pit and inside the abandoned mine gallery show an SO_4 -Ca-Mg-Na facies. Both of the open pit and the abandoned mine gallery show an enrichment on sodium salts in a period of six years [6].

The studied waters are in equilibrium with respect to calcite, dolomite and aragonite, with regard to gypsum those waters show a tendency to equilibrium but the saturation index is less than -1.5 for all the waters.

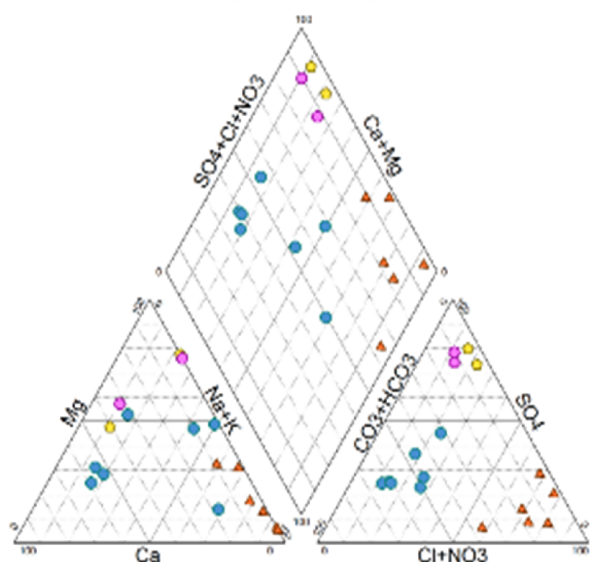


Figure 4: Piper diagram showing the different water families.
Legend: Triangle and circle: Open pits from Zaida, yellow: water from the gallery, pink: water from Mibladen open pits

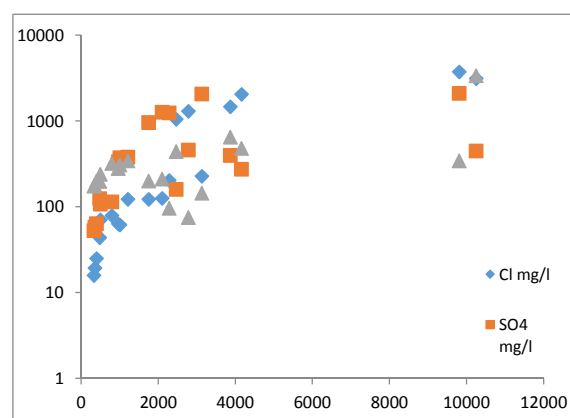


Fig. 5 a: Plot of TDS versus Major components

Thus, some open pits have a very good inorganic water quality and are used as easy access small water dumps; the population uses this water for irrigation and farming. On the other hand, some other open pits have more saline waters. In both this two kinds of open pits, and inside the mine gallery, the sulphate ions are predominant in those waters (Fig.5a & b). The high level of sulphates is closely related to the mineralization type. The area was exploited since the antiquity, from 1926 to 1983 were extracted about 500 000 tonnes of lead in Aouli, and about 400 000 tonnes of lead at Mibladen and Zaida.[2]

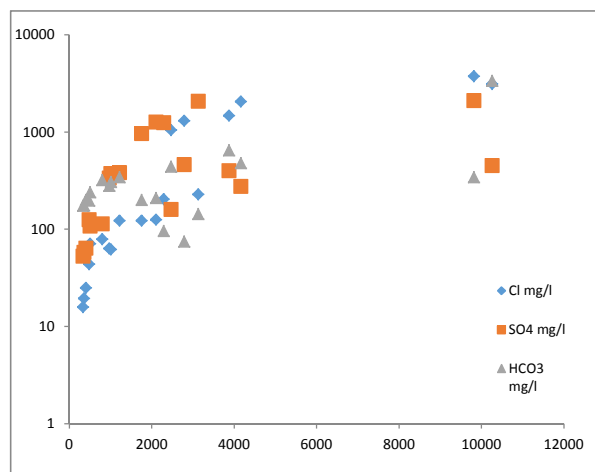


Fig. 5 b: Plot of TDS versus Major components

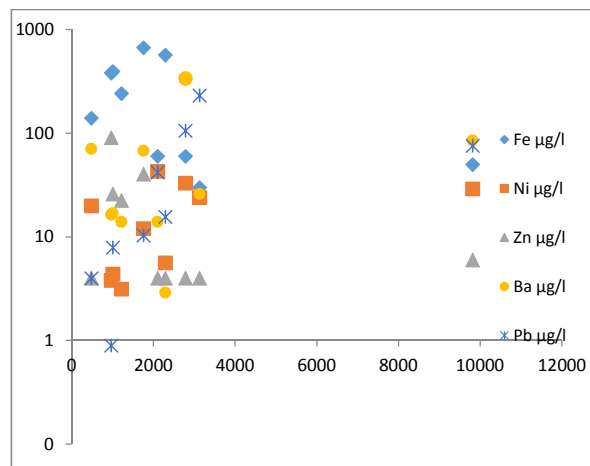


Fig. 6: Plot of TDS versus some trace elements and Heavy metals

4 CONCLUSION

The studied waters show some high levels of some trace elements and heavy metals, their origin is slightly related to the mineralization of the area [7], Barium, lead and zinc are the most present in waters (Fig. 6), their levels exceed the world health organization recommended values for drinking waters. However those punctual anomalies from the open pits and inside the gallery do not have a lot of impacts for human health in this area, in fact, these water resources are used for irrigation purposes and for livestock watering. Regarding the human consumption, most of the localities are related by national water supply canalizations, except for some localities where the drinking waters come from wells.

ACKNOWLEDGEMENTS

The water analyses were performed at the UATRS platforms which are a set of technological unit that offers to the Moroccan universities and industry expertise, and different type of analysis. The University of Mohammed V Agdal has gently covered the fees for the analyses.

REFERENCES

- [1] Michard A. Elements de Géologie Marocaine. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc* n°252 ;1976, 422p.
- [2] Jebrak M. Les textures intra-filonniennes marqueur de conditions hydrauliques et tectoniques. *Chron. Rech. Min.*, n°506 ;1992, p. 25-35.
- [3] Diot H., & Bouchez J.L. Les Granitoides Hercyniens de la Haute Moulouya (Maroc) : leur structure primaire déduite de l'ASM. Indication sur leur mise en place. *Bull. Soc. Géol. France* 8, t. V, n°57 ; 1989, 103 p.
- [4] ABH de la Moulouya. Elaboration des cartes hydrogéologiques de gestion des nappes de la Haute Moulouya et du sillon Itzer-Enjil. *Rapport final* ; 2005.
- [5] Hoepffner CH. La tectonique Hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg ; 1987, 280 p.
- [6] ABH de la Moulouya. Etude hydrogéologique et hydraulique des ressources en eau des panneaux de la mine de Zaïda ;2010.

- [7] T. Bahaj, M. Hilali, M. Wartiti, M. Zahraoui & R. Caboi. Preliminary study of the water geochemistry in an abandoned mine area of the High Moulouya Morocco district (NE Morocco). *Water-Rock Interaction 12 volume 2. Edited by Thomas Bullensans Yanxin Wang. Taylor & Francis Editions* : 2007, p. 1661-1664.
- [8] Naji. Les minéralisations Plombo-Barytiques du district de la Haute Moulouya : Contexte géologique, contrôle tectonique et modèle de mise en place- Gisement d'Aouli- Mibladen, Maroc. *Thèse de Doctorat, Univ. Mohammed V Agdal Maroc* ; 2004.

Analyse Spatiale de la Pollution Particulaire au niveau de la Ville de Meknès (Maroc)

[Spatial Analysis of Particulate Air Pollution in Meknes City (Morocco)]

Imane BOULARAB¹, Ibrahim ELGHAZI¹, Omar MOUHADDACH¹, Marie-Paule KESTEMONT², and Samir EL JAAFARI¹

¹Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences de Meknès, Maroc

²Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique

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

ABSTRACT: The particulate air pollution may be natural or anthropogenic, with different shapes and diameters of particles. What allow them to reach the lung and the blood increasing not only respiratory and cardiovascular disease but also the risk of mortality. To eliminate the particulate air pollution in a city such as Meknes, the study of the air pollution distribution in the urban area seems necessary. And as the mapping is the most suitable way for a good spatial representation, we had used geostatistics, which permits the characterization of the spatial variability of any property and, its estimate turns out to be very appropriate to map the phenomenon of dispersion. The maps obtained from of two interpolation methods, the deterministic method: IDW (Inverse distance weighting) and the geostatistical technique: Kriging, show that all districts of the Meknes city suffer from a large dust with different degrees, and that particulate air pollution in Meknes is not limited to the border area of pollution sources but it is characterized by the invasion of other areas (action of prevailing winds).

KEYWORDS: Particule pollution, GIS, interpolation, IDW, Kriging.

RÉSUMÉ: La pollution de l'air par les particules peut être d'origine naturelle ou anthropogénique, ces particules sont de types et diamètres différents. Ce qui leur permet d'atteindre les alvéoles pulmonaires puis le sang, en provoquant non seulement de maladies respiratoires et cardio-vasculaires, mais elles peuvent aussi augmenter le risque de mortalité. Afin de lutter contre la pollution atmosphérique due aux particules dans une ville comme Meknès, une étude sur la distribution de cette pollution semble nécessaire. Et, comme la cartographie constitue le moyen le plus adapté pour une bonne représentation spatiale, nous avons fait appel aux outils de la géostatistique pour cartographier ce phénomène de dispersion. Les cartes obtenues suite à l'utilisation de deux méthodes d'interpolation: La méthode déterministe : IDW (Pondération par l'inverse de la distance) et La technique géostatistique : Krigeage, montrent que tous les quartiers de la ville de Meknès souffrent d'un empoussièrément important avec des degrés différents, et que la pollution atmosphérique particulaire à Meknès ne touche pas seulement la zone limitrophe des sources de pollution mais elle est caractérisée par l'envahissement des autres zones (action des vents dominants).

MOTS-CLEFS: Pollution particulaire, SIG, interpolation, IDW, Krigeage.

1 INTRODUCTION

En environnement, on désigne par particules, des altéragènes microscopiques sous forme d'agrégats de matière de différents types et diamètres, et qui peuvent être d'origine naturelle ou anthropogénique, primaire ou secondaire. Ce qui leur permet d'atteindre les alvéoles pulmonaires puis le sang en causant non seulement des maladies respiratoires, et cardio-

vasculaires mais elles peuvent aussi augmenter le risque de mortalité, même à de très faibles doses principalement pour des expositions à long terme [1].

Ces particules respirables, sont dispersées par l'action et la turbulence du vent et le mouvement de convection, d'où l'ampleur de la variation des niveaux de polluants dans l'air d'un endroit à l'autre, et, l'envahissement des endroits géographiquement loin de toute source de pollution particulaire [2].

Tout cela rend de ce type de pollution, un phénomène qui mérite d'être surveillé. Cependant, et dans une ville comme Meknès dont la population dépasse de loin un demi-million d'habitants, aucun réseau de surveillance n'est mis en place, Nonobstant la présence de cette pollution au niveau de la ville [3], [4].

Dès lors, afin de lutter contre la pollution atmosphérique due aux poussières dans la ville de Meknès, une étude sur la distribution de cette pollution dans l'espace urbain semble nécessaire pour une gestion efficiente de ce type d'environnement.

Et, comme la cartographie constitue le moyen le plus adapté pour une bonne représentation spatiale. Nous avons fait appel à la géostatistique qui est une approche caractérisant la structure de la variabilité spatiale d'une propriété quelconque ainsi que son estimation s'avère être très appropriée pour cartographier un phénomène naturel [5]. Pour cela, nous allons se servir de ces techniques de géostatistiques associées aux systèmes d'informations géographiques pour établir une représentation spatiale de la dispersion des particules au niveau de la ville de Meknès.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Sur le plateau de Saïs, entre le Moyen-Atlas au Sud et les collines pré-rifaines au Nord, s'installe une des quatre villes impériales du Maroc « Meknès ». Dans la partie septentrionale du Maroc, à une altitude de 560 m, cette ville bénéficie d'un climat à tendance méditerranéenne, dont ses coordonnées sont 33° 53' 42" Nord, 5° 33' 17" Ouest [6].

La zone d'étude est située à 150 km à l'Est de Rabat et à 60 km à l'Ouest de Fès, elle se présente comme un carrefour de routes entre le Nord et le Sud, l'Est et l'Ouest, et, un chef-lieu de la région administrative de Meknès-Tafilalet.

Meknès est caractérisée par un aspect géographiquement éclaté dû à la traversée de trois oueds : au centre, l'oued Boufekrane qui sépare la ville ancienne de la ville nouvelle, à l'Est l'oued Ouislane, et à l'Ouest l'oued Bouishak. Et, avec une population estimée à environ 650 000 habitants, elle occupe le sixième rang au Royaume [7].

La démarche méthodologique consiste à adopter les méthodes d'interpolation associées au système d'information géographique, en vue de cartographier la dispersion de la pollution atmosphérique particulaire au niveau de la ville de Meknès en exploitant les données d'une campagne de mesures de poussières.

2.2 SOURCE DES DONNÉES

Les mesures de poussières au niveau de la ville de Meknès, sont issues d'un travail de recherche portant sur l'étude de la pollution de l'air par les poussières à la ville de Meknès [8]. Ces mesures sont réalisées conformément à la norme NFX43-007 à l'aide des plaquettes « DIEM » qui sont des supports métalliques enduit d'un fixateur en silicone. Cette méthode a permis de quantifier les poussières en g/m²/mois, au niveau de 14 point d'échantillonnages durant la période 11/05/09 au 10/06/09 (Cf. Fig.1).

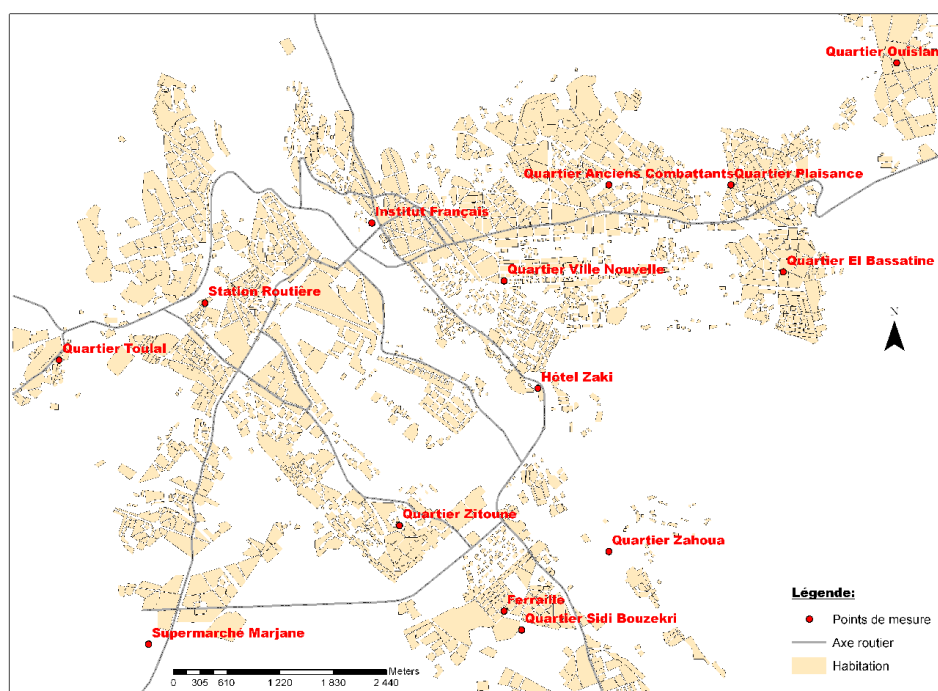


Fig.1. Localisation des points de mesures au niveau de la ville de Meknès

Les couches SIG correspondants aux principaux axes routiers, les zones industrielles et les quartiers de la ville de Meknès, sont numérisées à partir d'un plan urbain de la ville à l'échelle de 1:10.000, élaboré par la Direction du Cadastre et de la Cartographie au Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et des Eaux et Forêts.

2.3 ANALYSE DES DONNÉES : INTERPOLATION & CARTOGRAPHIE

Les méthodes d'interpolation permettent de prédire les valeurs des cellules dans un raster qui correspondent à des sites non échantillonnés à partir d'un nombre limité de points d'échantillonnage [9]. Les deux méthodes d'interpolation adoptées pour notre analyse sont : (i) la pondération par l'inverse de la distance (IDW) qui se base sur un algorithme purement déterministe, et (ii) le krigage qui s'appuie sur une modélisation probabiliste du phénomène étudié.

La cartographie des résultats des deux méthodes d'interpolation est réalisée, suite à une reclassification de leurs produits suivant la classification AirFobep (Cf. Tableau 1). Cette dernière permet une évaluation du degré de la pollution par particules, en proposant cinq classes allant d'empoussièrement faible jusqu'au empoussièrement exceptionnel [10].

Tableau 1. Degrés de pollution particulaire (Classification AirFobep)

Quantité de poussières (en g/m ² /mois)	Degré de pollution
< 4,5	Empoussièrement faible
4,5 - 7,5	Empoussièrement moyen
7,5 - 10,5	Empoussièrement fort
10,5 – 30	Gène importante
> 30	Empoussièrement exceptionnel

En examinant les résultats d'interpolation qui varient de 10 g/m²/mois à 42 g/m²/mois, il s'est avéré important d'adopter de nouvelles classes pour une meilleure présentation cartographique des différents degrés de la pollution de la ville en matière de pollution particulaire. Ci-après un tableau résumant cette nouvelle classification.

Tableau 2 : La nouvelle classification adoptée pour la cartographie

Quantité de poussières (g/m ² /mois)	Degré de pollution	
7,5 - 10,5	Empoussièrément fort	
10,5 - 17	1 ^{er} Ordre	Gène importante
17 - 23,5	2 ^{ème} Ordre	
23,5 - 30	3 ^{ème} Ordre	
30 - 34	1 ^{er} Ordre	Empoussièrément exceptionnel
34 - 38	2 ^{ème} Ordre	
> 38	3 ^{ème} Ordre	

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

La représentation spatiale de la pollution particulaire permet la détection des zones critiques en évitant la ponctualité géographique de l'information. Pour y arriver, nous faisons appel à l'interpolation, ce qui permet de restituer des champs continus à partir de variables mesurées ponctuellement [11]. La limite majeure de ces méthodes concerne le manque des données de mesures fournies par les réseaux d'observation [12]. Dans notre étude, ce manque est comblé par le nombre élevé des points de mesure (14) qui dépasse de loin, le nombre minimal de points de prélèvement pour les mesures de la pollution particulaire allant de 2 à 3 pour une telle agglomération urbaine [13].

Au niveau de la ville Meknès (Cf. Fig 2), la pollution particulaire urbaine due aux poussières est caractérisée par une variabilité géographique, avec des zones à forte concentration particulaire (en rouge), entourées par un gradient décroissant, cette dispersion se fait vers des directions différentes dont les plus dominantes sont vers l'Est et le Nord-est.

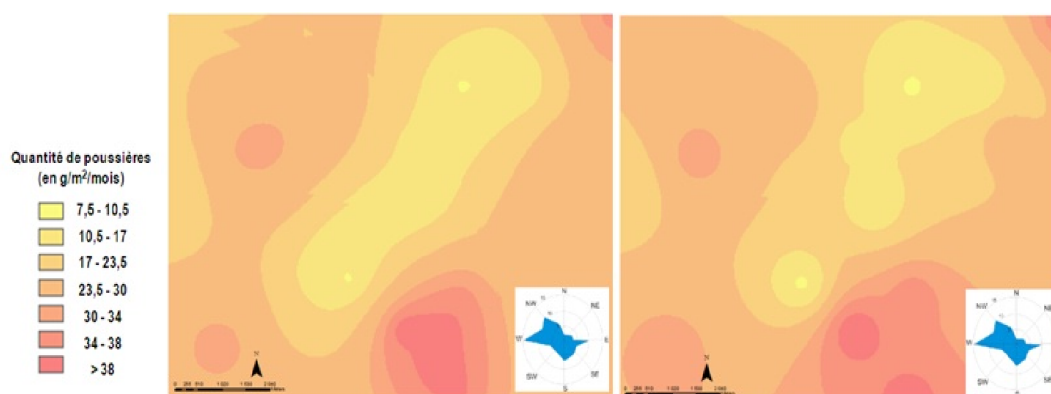


Fig.2. Cartes de dispersion des poussières au niveau de la ville de Meknès, par krigage (gauche) et IDW (droite)

Ce qui peut être expliqué par l'influence du vent, vu que nombreux études ont confirmé le grand effet de la direction du vent sur la dispersion des polluants atmosphérique [2], [14], [15], [16]. Et, selon, la direction de la météorologie nationale, les vents dominants à Meknès sont de deux types : Le premier type de vent est chaud et sec, « le Chergui » qui vient de l'Est et du Sud-Est alors que le second est froid et humide « le Rharbi » qui vient de l'Ouest et du Nord Ouest, qui est le plus fréquent avec 33.6 % de nombre de cas (Cf. Tab.3). En effet, ces données sont cohérentes et explicatives à la distribution observée (Cf. Fig.2).

Table 1. Tableau 3. Répartition de la direction des vents en % de nombre de cas à Meknès

Directions	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
%	2.4	1.3	1.8	3.0	8.5	4.4	5.0	5.3	6.3	4.8	4.7	5.1	14.4	9.2	10.0	5.9

Source : Direction de la météorologie nationale

En effet, les quantités des particules retrouvées dans les points de mesure varient de 10 à 42 g/m²/mois ce qui correspond selon la classification AirFobep à trois degrés principaux de pollution, à savoir: « empoussièrément fort », « gêne importante » et « empoussièrément exceptionnel » [10].

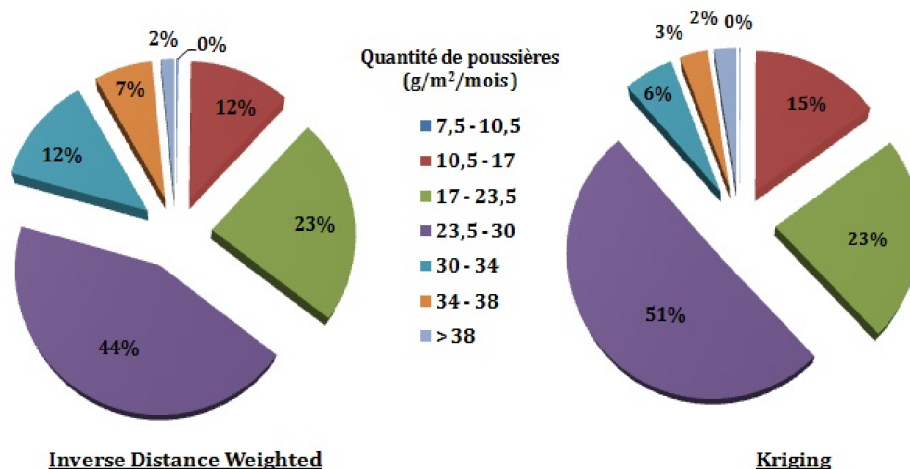


Fig.3. Pourcentage des classes par type d'interpolation IDW (gauche) et krigage (droite)

La figure 3 indique le pourcentage des nouvelles classes adoptées (cf. Tab.2). Pour les deux méthodes, 2% de la surface interpolée est supérieure à 38 g/m²/mois ce qui correspond à une pollution du degré «empoussièrément exceptionnel du troisième ordre », 72% à 75% de la surface interpolée est située entre 10,5 à 30 g/m²/mois signifiant une pollution du degré «gêne importante», dont un peu près de 50% de la surface interpolée est caractérisée par une gêne importante du troisième ordre, 23% par une gêne importante du 2^{ème} ordre, et, de 12% à 15% par une gêne importante du 1^{er} ordre. Alors que pour les surfaces à empoussièrément exceptionnel du premier et deuxième ordre, on remarque une différence entre les résultats issus des deux méthodes : de 3% de la surface interpolée qu'est caractérisée par un empoussièrément exceptionnel du deuxième ordre par le Kriging, à 7% par l'IDW, et, de 6% par Kriging à 12% par l'IDW pour la surface caractérisée par un empoussièrément exceptionnel du premier ordre.

Ces résultats dévoilent la forte contribution des poussières dans la pollution atmosphérique dont la ville de Meknès souffre.

Les études menées dans trois sites spatialement éloignés au niveau de la ville de Meknès, et de différentes natures[4], [17]: L'avenue des FAR et Bab Mansour qui sont principalement des axes routiers, et, la rue Riad dans le quartier résidentiel Ouisslane, limitrophe d'une grande cimenterie.

Les résultats obtenus [17] montrent que le taux le plus élevé des poussières est à rue Riad avec une concentration de 761 µg/m³ suivi par Bab Mansour avec une valeur de 425 µg/m³, et Avenue des FAR avec 270 µg/m³.

De même, d'autres formes de particules envahissent la zone d'étude, tels que les particules en suspension (PES). L'analyse chimique des PES pour lesdits sites [4] montre que le Zn, le Mn et le Fe restent les éléments les plus abondants pour les trois sites, suivis du Cu et Cr dont les concentrations sont significatives. Et, finalement le Co et Ni présentent les teneurs les plus faibles. Pourtant cette faible teneur en Ni dépasse les normes européens et celles de l'OMS. Ainsi que la concentration moyenne annuelle des PES détectées à Meknès, à savoir : 75,38 µg/Nm³ [3], ce qu'est est très largement au dessus de l'objectif de qualité (30 µg/m³/an) et la valeur limite (40 µg/m³/an) de la directive européenne [18], [19], [20] ainsi que de la valeur guide de l'OMS fixée à 20 µg/m³/an [21]. Elle est très voisine de la valeur limite tunisienne (80 µg/m³/an) [22] est très inférieure à de la norme marocaine (200 µg/Nm³) [23].

Quant à la dispersion par rapport aux sources de la pollution par les poussières, les deux cartes de la figure 4 dévoilent une forte contribution des sources ponctuelles (zones industrielles) et linéaires (axes routiers) dans la pollution étudiée sauf pour la zone industrielle qui se trouve au Nord, ce qui peut être expliqué par l'influence du vent sur la dispersion de ces particules.

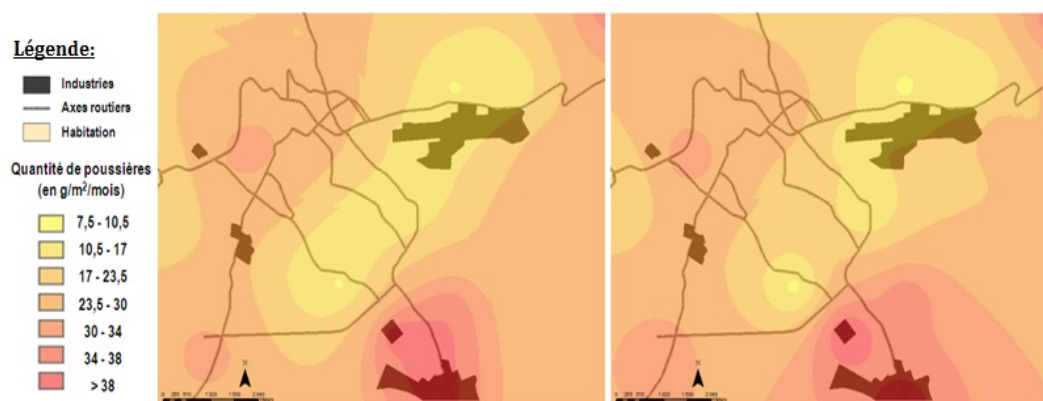


Fig.4. Cartes de dispersion des poussières par rapport aux sources de pollution au niveau de la ville de Meknès, par krigage (gauche) et IDW (droite)

Selon, le profil environnemental de Meknès, deux types de sources de la pollution particulaire sont impliquées [6]:

- L'industrie : Les industries chimiques et para-chimiques, et, les industries de matériaux de construction et à leur tête les briqueteries et la cimenterie Lafarge.
- Le transport : Dans cette zone urbaine se concentre environ 89 % du parc automobile de toute la région Meknès-Tafilalet, en plus de l'état vétuste du parc automobile.

Une analyse plus profonde sur l'identification des sources des particules atmosphérique au niveau urbain de Meknès via la caractérisation de la morphologie et la micro-analyse des particules confirme l'implication du trafic routier et l'industrie de ciment dans ce type de pollution mais soupçonne aussi le trafic ferroviaire et les sources naturelles notamment l'érosion du sol [3].

Ces résultats concordent avec ceux de Carré et ses collaborateurs [24] qui ont remarqué que 50% des émissions des particules étudiées, sont dues aux procédés industriels, 25 % aux sources mobiles et 25% aux combustions, ainsi qu'avec l'étude réalisée à la ville de Salé (Maroc) qui a mis en évidence que la part la plus importante des matières particulières a été trouvée dans les sites industriels [25].

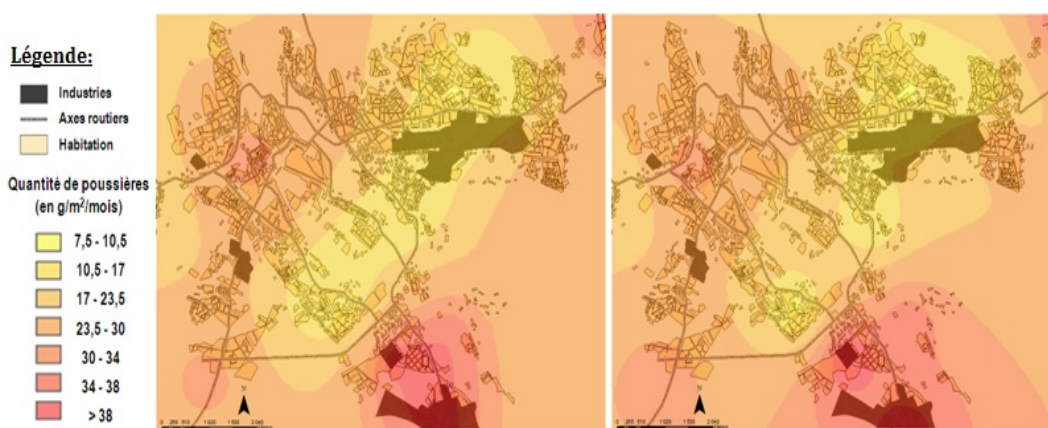


Fig.5. Cartes d'interpolations de poussières par rapport aux sources de pollution et des habitations au niveau d ville de Meknès, par krigage (gauche) et IDW (droite)

Malgré qu'il n'y ait pas une relation nette entre la concentration des habitations et les zones à pollution particulaire intense, on constate, selon la figure 5 qu'une grande partie de ces agglomérations se situent dans des endroits à empoussièrément exceptionnel. Ce qui permet de déterminer les zones à risques où les agglomérations subissent une exposition élevée.

D'après ces résultats, l'impact de cette pollution sur les citoyens, est subsistant, il peut se traduire généralement par un ensemble des altérations de santé. De nombreuses études internationales et nationales ont déjà établi le lien entre la pollution de l'air due aux particules et l'incidence de certaines maladies respiratoires et cardiovasculaires ainsi que la mort prématurée [26].

Au Maroc, l'étude de Safi a montré l'existence d'une corrélation significative entre les syndromes bronchiques et les particules [27]. Quant à l'étude Mohammedia-Airpol, elle confirme aussi l'impact sanitaire de la pollution de l'air sur la population et plus particulièrement sur les enfants asthmatiques [28].

Ceci a été confirmé par une étude sur l'évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé, menée en Ile-de-France, qui a rapporté qu'en hiver, 15 % des visites pour asthme chez les enfants sont en relation avec la pollution particulaire [29].

4 CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons présenté une étude sur la dispersion spatiale des particules dans l'air au niveau de la ville de Meknès, en interpolant des données issues d'une campagne de mesure par deux méthodes d'interpolation (Krigage et IDW).

Par approche spatiale, les deux méthodes montrent que les zones soumises à des degrés élevés de pollution due aux particules sont généralement celles qui accueillent des sources d'émission ou des infrastructures favorisant l'émission des particules notamment les sources ponctuelles et linéaires. Les résultats trouvés montrent ainsi, que la direction du vent influence le courant de polluants dans l'atmosphère, en favorisant une dispersion vers l'Est et le Nord-est.

L'utilisation de la géostatistique nous a permis de montrer que la ville de Meknès souffre d'une remarquable pollution à caractère envahissant et de souligner ses probables répercussions sur l'environnement avec toutes ces composantes vivantes et inertes. Ce qui dévoile la forte nécessité de prendre des mesures et des actions tels que la mise en place d'un réseau de stations pour la surveillance de la qualité de l'air, *a fortiori*.

REFERENCES

- [1] Association pour la Surveillance et l'Étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ASEPAA), Étude diagnostique sur l'évaluation de la pollution par les particules fines et leurs constituants, intégrant les méthodes de bio-indication et de bio-accumulation en Alsace, 2001.
- [2] Michelot N., l'influence des Topoclimats sur la pollution de l'air aux particules dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes, Thèse doctorale Université de Nice Sophia-Antipolis, 2014.
- [3] Ait Bouh H., Benyaich F., Noack Y., Bounakhla M., Tahri M., Physical and chemical characterization of suspended atmospheric particles and source identification in town of Meknes in Morocco, J. Mater. Environ. Sci. 3 (3), 434-445, 2012.
- [4] Ait Bouh H., Benyaich F., Bounakhla M., Noack Y., Tahri M., Zahry F., Variations Saisonnières des particules atmosphériques et ses composants chimiques dans la Ville de Meknès- Maroc, J. Mater. Environ. Sci. 4 (1), 49-62. 2013.
- [5] Rossi J-P., Lavelle P., Tondoh J.E., "Statistical tool for soil biology X. Geostatistical analysis. European Journal of Soil Biology", 31:173-181, 1995.
- [6] Abdouh M., El Atrouz A, Mechouri A, profil environnemental de Meknès, 94p, 2004.
- [7] Sai M., Kestemont M-P., El Jaafari S., L'implémentation d'un système de management environnemental: Cas de la commune urbaine de Meknès (Maroc), Editions Universitaires Européennes, 196p, 2014.
- [8] Environmental Systems Research Institute (ESRI), Centre de ressource ArcGIS, Bibliothèque online d'aide ArcGIS10.0, [web], Adresse URL : <http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>, consulté le 11 juin 2014
- [9] Ouhakki, Étude de la pollution de l'air de la ville de Meknès par les poussières: Cas des poussières de la cimenterie LA FARGE-ciment Meknès, Mémoire de Master, Université Moulay Ismail. Meknès-Maroc, 130p, 2009.
- [10] Association pour la surveillance de la qualité de l'air de la région de l'Étang de Berre et de l'Ouest des Bouches du Rhône (Airfobep), Les particules sédimentables sur la zone de l'étang de Berre, Rapport d'étude sur la qualité de l'air, 33p, 2004.
- [11] Joly D., Densité des points de mesure, types et limites des modèles d'interpolation, Climat et société : Mesures et modèles, 65p, 2007.
- [12] Ung A., Ranchin T., Wald L., Weber C., Hirsch J., Perron G., Kleinpeter J., Cartographie de la pollution de l'air : une nouvelle approche basée sur la télédétection et les bases de données géographiques. Application à la ville de Strasbourg. PhotoInterprétation, n° 3/4, pp. 53-64, 2000.

- [13] François Mathe, Evolution de la classification et des critères d'implantation des stations de mesure de la qualité de l'air - participation à la réactualisation du guide de classification des stations, Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, 84p, 2010.
- [14] Mahjoub Said N., Mhiri H., El Golli H., Lepalec G., Influence de l'Orientation de la Vitesse du Vent sur la Dispersion d'un Polluant autour d'un Bâtiment, Rev. Energ. Ren. Vol. 4, 107-123, 2001.
- [15] Carrega P., Le vent: Importance, mesures, modélisation et tribulations, Bulletin de la Société géographique de Liège, 51, 17-29, 164p, 2008.
- [16] Kumar P., Fennell P., Britter R., Effect of wind direction and speed on the dispersion of nucleation and accumulation mode particles in an urban street canyon, Science of The Total Environment, Volume 402, Issue 1, Pages 82-94, 2008.
- [17] Association pour la surveillance de la qualité de l'air de la région de l'Étang de Berre et de l'Ouest des Bouches du Rhône (Airfobep), La qualité de l'air en région Midi-Pyrénées. Rapport annuel, 72 p, 2008.
- [18] Parlement européen, Directive 2004/107/CE du parlement européen et du conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant. Journal Officiel de l'Union Européenne, N° 23, 3-16, 2005.
- [19] Sammut M., Spéciation du cadmium, du plomb et du zinc dans les poussières d'émissions atmosphériques d'origine sidérurgiques. Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne Aix Marseille III, 262 p, 2007.
- [20] World Health Organization (WHO), Guidelines for air quality. Geneva, 2000.
- [21] Elichegaray D., Bouallala S., Colosio J., Desqueyroux H., Galsomies L., Pernin H., Poisson N., Stroebel R., La qualité de l'air en France - tendances et perspectives. ADEME/Département surveillance de la qualité de l'air, 16 p, 2003.
- [22] Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement Secrétariat d'État Chargé de l'Environnement, Pollution atmosphérique au Maroc, situation en 2002, 45 p, 2003.
- [23] Carré J., Blanchard J-M., Popescu J., Analyse et traitement physicochimique des rejets atmosphériques industriels, pages 14-15-19-666-676-788-796-797, 1998.
- [24] Barro B., "Approche de conception et de réalisation d'un système d'information géographique (SIG) en pollution atmosphérique : cas de la qualité de l'air des villes de rabat et de Salé ", Projet de fin d'étude, École Mohammadia d'ingénieurs, Rabat-Maroc, 85p, 2000.
- [25] Banque Mondiale, Évaluation du coût de la dégradation de l'environnement, Royaume du Maroc, 2003.
- [26] Ministère de la santé, Étude de la pollution atmosphérique de la population de Safi, 1998.
- [27] Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'Habitat et de l'environnement et Ministère de la santé, Mohammedia-Airpol : Étude de la pollution atmosphérique et de son impact sur la santé des enfants asthmatiques de Mohammedia, 2002.
- [28] Médina S., Le Tertre A., Quénel P., Le Moullec Y., Lameloise P., Guzzo JC., et al., ERPURS : analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé", Paris : ORS île-de-France, 1997.

Étude Ethnobotanique des Astéracées dans la Région Meknès-Tafilalet (Maroc)

[Ethnobotanical Survey of Asteraceae Family used in Meknes-Tafilalet Region (Morocco)]

Mohamed BAMMOU^{1,2}, Amine DAOUDI¹, Khalid SELLAM², Lhoussaine El RHAFFARI², Jamal IBIJBIJEN¹, and Laila NASSIRI¹

¹Laboratory of Soil Microbiology and Environment, Department of Biology,
Moulay Ismail University, Faculty of Sciences,
11201 Meknes, Morocco

²Laboratory of Environment and Health, Department of Biology,
Moulay Ismail University, Faculty of Sciences & Technology,
52000 Errachidia, Morocco

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

ABSTRACT: With the purpose of valorizing the Asteraceae family and ethnopharmacological heritage of the Meknes Tafilalet area in Morocco, an ethnobotanical study has been carried. A total of 344 interviews were done with out into the herbalists, traditional healers and druggists in the region of this area. This study enabled to inventory 48 exploited species belonging to 31 genera used to treat a variety of human diseases ; so, herbal remedies are often used to treat digestive disorders (18.6%), followed by the treatment of cardiovascular disorders (13.1%) and metabolic ones (12.5%). The leaves constitute the most used part (31.8%) and the most frequently employed modes of preparation for the majority of the remedies are the decoction (63.4%). Also, the species frequently used are : *Anacyclus pyrethrum* (11.6%), *Dittrichia viscosa* (7.6%) and *Atractylis gummifera*, *Echinops spinosus* and *Calendula officinalis* with 5.2 % each one.

KEYWORDS: Ethnobotanical survey, Asteraceae, Meknes-Tafilalet.

RESUME: Dans le but de valoriser la flore et le patrimoine ethno-pharmacologique marocains, une attention particulière fut donnée à la famille des Astéracées de la région Meknès-Tafilalet. Ainsi, une étude ethnobotanique a été réalisée auprès des herboristes, des tradipraticiens et des droguistes de la région et un total 344 fiches d'enquêtes a été rempli. 48 espèces réparties en 31 genres ont été répertoriées ; aussi, l'étude a révélé que le traitement des affections du tube digestif est le plus fréquent (18.6% des utilisations totales) suivi par le traitement des troubles cardio-vasculaires (13.1%) et métaboliques (12.5%). Par ailleurs, la feuille constitue l'organe le plus utilisé (31.8%) et la décoction (63.4%), le mode de préparation le plus fréquemment employé pour la majorité des remèdes. En fin, les espèces les plus citées sont : *Anacyclus pyrethrum* (11.6%), *Dittrichia viscosa* (7.6%) et *Atractylis gummifera*, *Echinops spinosus* et *Calendula officinalis* avec 5.2 % chacune.

MOTS-CLEFS: Ethnobotanique, Astéracées, Meknès-Tafilalet.

1 INTRODUCTION

Le Maroc est un carrefour géographique où coexistent tous les types de bioclimats méditerranéens en plus du climat saharien au sud ; cela est favorable au développement d'une flore des plus diversifiée et originale à l'échelle régionale. En

effet, Sur le plan taxonomique, la flore endémique du Maroc se répartit entre environ 60 familles parmi lesquelles celle des Asteraceae occupe le premier rang tant en espèces qu'en sous-espèces endémiques [1].

D'un autre côté, le peuple marocain a une tradition riche et ancienne dans la phytothérapie [2]. De nombreuses plantes sont décrites pour le traitement de nombreuses maladies et la phytothérapie reste une partie intégrante de la culture marocaine.

La région Meknès- Tafilalet est une partie du Maroc qui a toujours joué un rôle important en tant que carrefour pour les caravanes du désert entre le Sud et l'Afrique du Nord ; ceci a permis l'enrichissement des connaissances en phytothérapie, déjà assez développée dans la région en rapport avec ses potentialités floristiques qui recèlent de plantes à intérêt médicinal et aromatique [3].

Par ailleurs, l'analyse de la bibliographie médicinale marocaine montre que les études relatives aux plantes médicinales jouent une importance relative dans le système de santé au Maroc. En effet, divers travaux ont été publiés depuis les dernières décennies sur le savoir ethnobotanique marocain, parmi lesquels on peut citer :

- Botanical identification of medicinal roots collected and traded in Morocco and comparison to the existing literature [4] ;
- Species substitution in medicinal roots and possible implications for toxicity of herbal remedies in Morocco [5]
- Les racines médicinales commercialisées au Maroc : Les complexes génériques et leur impact sur la conservation des espèces sauvages et la santé publique [6] ;
- Plantes médicinales au Maghreb et soins de base : Précis de phytothérapie moderne [7] ;
- Les plantes médicinales et aromatiques marocaines [8] ;
- De la transmission orale de l'enseignement de Daoud Al Antaki à l'évaluation scientifique de la pharmacopée marocaine traditionnelle [9] ;
- Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc [10] ;
- La pharmacopée marocaine traditionnelle : Médecine arabe et savoirs populaires [2] ;
- Les plantes médicinales du Maroc [11] ;
- Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoeia [12] ;
- A new look at traditional medicine in Morocco [13] ;
- Herb drugs and herbalists in the Maghrib [14].

A l'échelle régionale et locale plusieurs études ont été menées, parmi lesquelles on cite :

- Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la commune rurale d'Aguelmouss province –Khénifra- (Maroc) [15] ;
- Ethnobotanical study of medicinal plants in the region El Hajeb (central Morocco) [16] ;
- Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya) [17] ;
- Inventory of medicinal plants prescribed by traditional healers in El Jadida city and suburbs (Morocco) [18] ;
- Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments [19] ;
- Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida-Outanane [20] ;
- Etude ethnobotanique des plantes exploitées par les coopératives et les associations de la région Meknès-Tafilalet au Maroc [21] ;
- Enquête sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par un herboriste à Fès, Maroc [22] ;
- An ethnobotanical survey of medicinal plants used in the Tata Province, Morocco [23] ;
- Floristic and ethnobotanical study of medical plants of El Ouatia (Morocco) [24] ;
- Medicinal and cosmetic use of plants from the province of Taza, Northern Morocco [25] ;
- Etude Ethnobotanique Des Plantes Médicinales Dans La Province De Settlat [26] ;
- Ethnobotanical study of some aromatic and medicinal plants in the Middle Atlas mountains of Morocco [27] ;
- Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc) [28] ;
- Plant Resources Use in the Province of Taza (North of Morocco) [29] ;
- Socioeconomic interest and valorization of medicinal plants from the Rissani oasis (SE of Morocco) [30] ;
- Inventory and social interest of medicinal, aromatic and honey-plants from Mokrisset region (NW of Morocco) [31] ;
- Analyse ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques de la flore Marocaine : cas de la région de Zaër [32] ;
- Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc) [33] ;
- Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc Occidental) [34] ;
- Eude comparative du savoir Ethnomédicinale et Ethnobotanique entre les guérisseurs et la population locale de la vallée d'Imnane (Région de Marrakech, Haut atlas) [35] ;
- Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira) [36] ;

- Analyses floristique et ethnobotanique des plantes vasculaires médicinales utilisées dans la région de Rabat (Maroc occidental) [37] ;
- Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet) : Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée [38] ;
- Contribution to the knowledge of Rifian traditional medicine. II: Folk medicine in Ksar Lakbir district (NW Morocco) [39] ;
- Valorisation et protection de la flore utilisée en médecine traditionnelle dans le Tafilalet et ces environs [40] ;
- Les plantes médicinales commercialisées à Marrakech [41] ;
- Herboristes et pharmacopée à Marrakech et Salé (Maroc) [42] ;
- Herboristes et médecine traditionnelle à Tissint, oasis présaharien du sud Marocain (province de Tata) [43] ;
- Relevés floristiques et catalogue des plantes médicinales dans le Rif occidental [44] ;
- Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-sahariennes : contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine [45].

D'autres études sont focalisées sur les études ethnobotaniques des plantes médicinales traitant une ou plusieurs maladies :

- Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain [46] ;
- Herbal medicines use among diabetic patients in Oriental Morocco [47] ;
- Les plantes anxiolytiques au Maroc. Études ethnobotanique et ethno-pharmacologique [48] ;
- Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans la région d'Al Haouz-Rhamna (Maroc) [49] ;
- Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement de la lithiase rénale dans la province de Tan-Tan (Maroc saharien) [50] ;
- La phytothérapie et les infections urinaires (La pyélonéphrite et la cystite) au Sahara Marocain (Tan-Tan) [51] ;
- Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan) [52] ;
- Ethnopharmacological profile of traditional plants used in Morocco by cancer patients as herbal therapeutics [53] ;
- Ethnopharmacological survey of some plants used for the treatment of diabetes in the region of Meknès-Tafilalet (Morocco) [54] ;
- Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province) [55] ;
- Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet) [56] ;
- Traitement de la leishmaniose cutanée par la phytothérapie au Tafilalet [57] ;
- Ethnopharmacology Forum Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco [58] ;
- Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez–Boulemane) [59] ;
- Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco [60] ;
- Plantes à usage dermatologique de la pharmacopée traditionnelle marocaine [61].

Le laboratoire de microbiologie du sol et de l'environnement relevant de la faculté des sciences de Meknès en collaboration avec celui de l'environnement et de la santé à la faculté des sciences et techniques d'Errachidia s'intéresse depuis longtemps aux études ethnobotaniques et floristiques dans la région de Meknès-Tafilalet, dans le but de valoriser ses ressources naturelles. Dans ce contexte, nous avons mené une étude ethnobotanique dans la région de Meknès-Tafilalet, qui présente une diversité climatique, lithologique, structurale et floristique assez importante. Cette étude consiste à l'élaboration et au dépouillement d'une série d'enquêtes ethnobotaniques afin d'inventorier les espèces de plantes médicinales appartenant à la famille des Astéracées et de collecter le maximum d'informations concernant les usages thérapeutiques pratiqués dans cette région.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

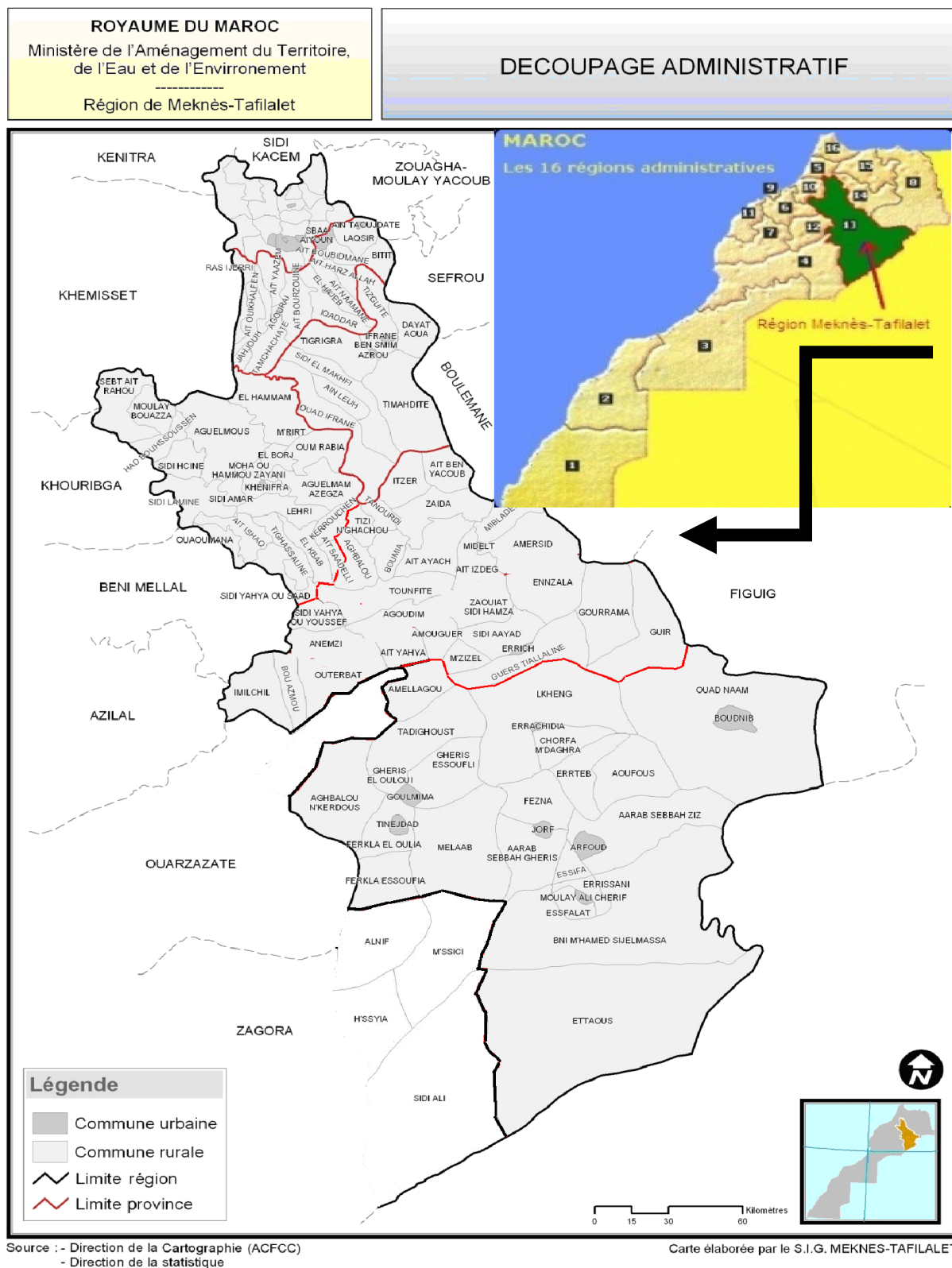


Fig. 1. Carte du découpage administratif de la région Meknès-Tafilalet

La région Meknès-Tafilalet constitue l'une des plus grandes régions du Maroc (Fig. 1). Elle s'étend du Sud-Est vers le Nord-Ouest du Royaume sur une superficie de 79,210 km², soit environ 11% de la superficie nationale [62]. La région compte actuellement après le nouveau découpage administratif de 2009, la préfecture de Meknès et cinq provinces : El Hajeb, Ifrane, Khénifra, Errachidia, Midelt [62].

Sur le plan démographique, la population de la région s'élevait à 2 086 941 habitants en 2004 et il était prévu qu'elle atteigne 2 267 000 habitants en 2012 [62].

Du point de vue relief, la région se caractérise par trois grands ensembles géographiques à savoir: le plateau du Saïss, les causses d'EL Hajeb et les collines pré-rifaines de Zerhoun, puis la zone des montagnes concernant une partie d'EL Hajeb, la province d'Ifrane, de Khénifra, de Midelt et le Haut Atlas Oriental et enfin, la zone présaharienne et saharienne couvre l'essentiel de la province d'Errachidia [62].

Aussi, la région de Meknès-Tafilalet se caractérise par une diversité des ressources phyto-génétiques, climatiques et hydro-géographiques ; ainsi, elle s'étend de l'étage humide à Ifrane (1100 mm de pluie) jusqu'à l'étage présaharien à Errachidia (250 mm) [62].

Aussi, cette envergure géographique et diversité structurale et climatique est reflétée par une richesse spécifique des plantes spontanées notamment celles aromatiques et médicinales.

2.2 ETUDE ETHNOBOTANIQUE

Les enquêtes ethnobotaniques se sont échelonnées entre janvier 2013 et avril 2014.

2.2.1 ELABORATION DU QUESTIONNAIRE

Pour répondre aux objectifs de l'étude, une fiche questionnaire a été élaborée. Elle était basée sur des questions fermées et semi-fermées, moyen très efficace pour le recueil de données.

Le contenu des fiches a été établi de manière à collecter le maximum d'informations sur les usages thérapeutiques des plantes médicinales. Ce questionnaire contenait deux parties principales : La première correspondant au profil de l'enquêté, et la deuxième était consacrée aux plantes (Noms vernaculaires, pathologies traitées, partie utilisée. ...).

2.2.2 ECHANTILLONNAGE

A cause du nombre élevé des herboristes et des tradipraticiens dans la région, on s'est contenté d'un échantillon réduit tradipraticiens, des herboristes et des utilisateurs des plantes médicinales mais réparti sur l'ensemble du territoire de la région d'étude.

Dans ce travail, l'échantillon global fut divisé en 7 strates (Tableau 1) en se référant au découpage administratif de 2009, englobant : la préfecture de Meknès, la province d'El Hajeb, la province d'Ifrane, la province de Khénifra, la province de Midelt et la province de d'Errachidia. Chaque enquêtés nous a fourni un ensemble de plante aromatiques et médicinales, l'attention fut donnée uniquement aux Astéracées et donc tous les résultats qui suivent concernent uniquement cette famille.

Un total de 344 fiches questionnaires fut élaboré ; les données de l'enquête ethnobotanique obtenues ont été traitées par le logiciel Sphinx V5 qui permet à la fois une analyse quantitative et qualitative.

Tableau 1. Répartition des strates de l'enquête

N° de la strate	Nom de la strate	Nombre d'enquêtés
Strate 1	Meknès	103
Strate 2	Errachidia	92
Strate 3	Midelt	47
Strate 4	Khénifra	44
Strate 5	Ifrane	41
Strate 6	El Hajeb	17
Echantillon global		344

2.3 COLLECTION ET IDENTIFICATION DES PLANTES

La détermination de la nomenclature scientifique a été réalisée au niveau de l'espèce, grâce aux documents suivants :

- Petite flore des régions arides du Maroc occidental de Negre (1961), tomes I et II [63] ;
- Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quezel et Santana, tomes I et II [64] ;
- Les plantes médicinales du Maroc de Sijelmassi [11] ;
- La pharmacopée marocaine traditionnelle de Bellakhdar [65] ;
- Flore pratique du Maroc de Fennane [66] ;
- Les plantes médicinales et aromatiques marocaines de Hmamouchi, 2ème édition [8] ;
- Catalogues des plantes vasculaires du Nord du Maroc, incluant des clés d'identification de Valdès [67] ;
- Flore vasculaire du Maroc : inventaire et chorologie de Fennane et Ibn Tattou [68].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 PROFIL DES ENQUÊTÉS

3.1.1 CLASSES D'ÂGE ET SEXE

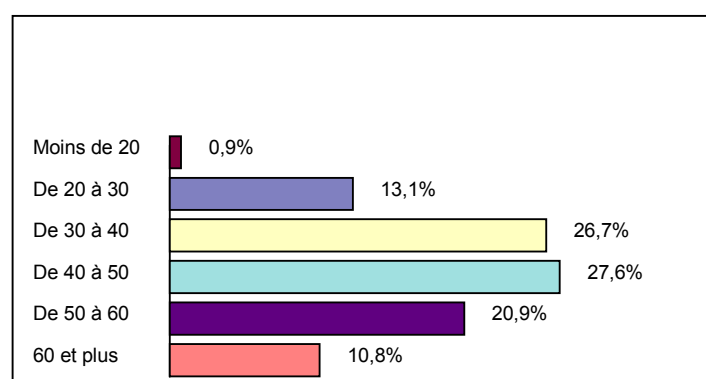


Fig. 2. Répartition des répondants selon l'âge

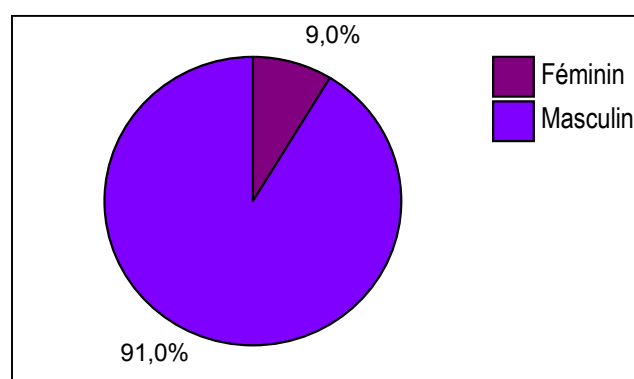


Fig. 3. Répartition des répondants selon le sexe

Le traitement des données montre qu'à l'échelle de la région de Meknès-Tafilalet, l'utilisation des plantes médicinales concerne toutes les tranches d'âge. La moyenne de l'âge est 43.13 ans, le maximum 70 ans et le minimum 18 ans. Comme le montre la figure 2, les praticiens dont l'âge est compris entre [40-50] ans présentent un pourcentage de 27.6 %, ceux qui ont un âge inférieur à 30 ans présentent un pourcentage de 14 %, Les personnes d'âge supérieur à 60 ans ne représentent que 10.8 %. On note alors une tendance au rajeunissement de la profession quoique la connaissance des usages des plantes médicinales et leurs propriétés sont généralement acquises suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre.

Quant au sexe, les hommes dominent le secteur avec 91 %. Les femmes ne représentent que 9 % (Fig. 3) ; toutefois, ces dernières années, on a remarqué la participation de la femme dans le domaine de la vente via la création d'associations ou même de pharmacies spécialisées en plantes médicinales.

3.1.2 PROFESSION ET NIVEAU D'INSTRUCTION

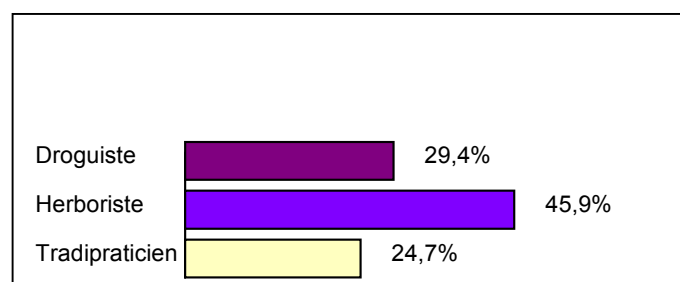


Fig. 3. Répartition de la fréquence d'utilisation selon la profession

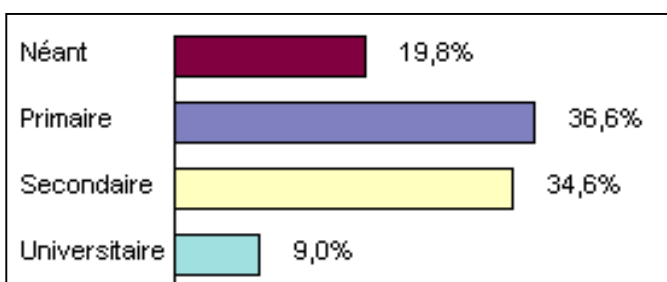


Fig. 4. Répartition de la fréquence d'utilisation selon le niveau d'étude

Dans cette région, la majorité des vendeurs de plantes sont des herboristes (45.9 %) (Fig.3), les droguistes et les tradipraticiens viennent ensuite avec un pourcentage respectivement de 29.4 % et 24.7 %. Concernant le niveau académique, les résultats obtenus (Fig.4) montrent que 36.6 % et 34.6 % des enquêtes ont respectivement un niveau primaire et secondaire, ce pourcentage élevé reflète le niveau de scolarisation moyen de la population de la région. Les analphabètes présentent un pourcentage non négligeable, 19.8 %. Ce taux d'analphabétisme peut constituer un vrai obstacle au développement de la pratique du métier. Le résultat le plus frappant reste celui des personnes ayant un niveau universitaire (9.0 %). Cette tranche de praticiens ayant un niveau supérieur, va sans doute faire évoluer ce domaine, notamment faire en sorte d'éviter les complications liées à la toxicité de certaines plantes médicinales et aux éventuels effets secondaires.

3.2 L'UTILISATION THÉRAPEUTIQUE DES ASTÉRACÉES

3.2.1 PARTIES UTILISÉES DE LA PLANTE ET MODES PRÉPARATION

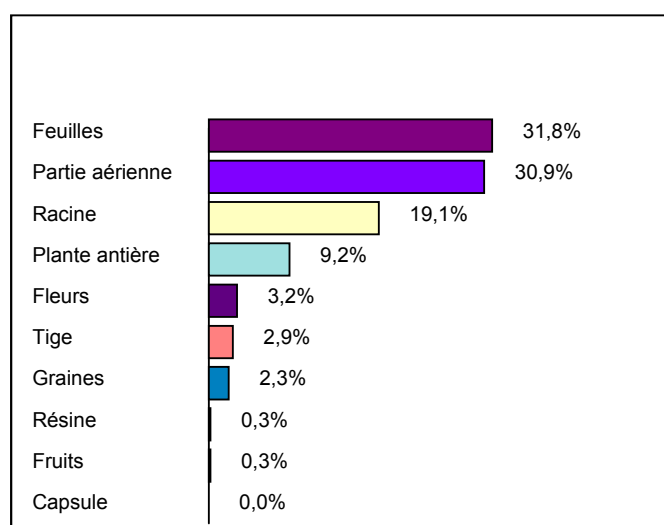


Fig. 5. Répartition des fréquences des différentes parties utilisées

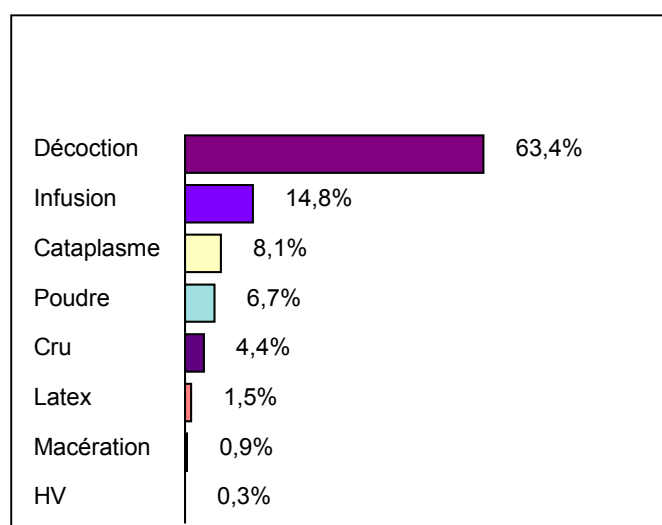


Fig. 6. Répartition des fréquences des modes de préparation

Comme dans plusieurs études ethnobotaniques antécédentes [21], [24], [69]. Les feuilles sont les parties végétales les plus utilisées avec un pourcentage de 31.8 % suivies par la partie aérienne (30.9 %), les parties souterraines (19.1 %) et la plante entière (9.2 %) (Fig.5). Le reste des parties végétales utilisées (Fleurs, tiges, graines, fruits et résine) est représenté par un taux inférieur à 10 %. Aussi, la prédominance d'utilisation d'un organe par rapport à un autre dans le domaine thérapeutique découle de sa concentration en principes actifs. Les feuilles sont les plus utilisées car elles sont en même temps un siège des réactions photochimiques et un réservoir de matières organiques qui en découlent.

En phytothérapie, il y a plusieurs modes de préparation des plantes. Dans la région Meknès-Tafilalet, la décoction reste le mode de préparation le plus dominant (63.4 %), suivie par la préparation en infusion, en cataplasme, en poudre avec des

pourcentages respectivement de 14.8 %, 8.1 % et 6.4 %. Le pourcentage des autres modes de préparation groupés (cru, latex, macération...) ne dépasse pas 8 %. La décoction est le mode de préparation le plus utilisé car les enquêtés sont convaincus que ce mode permet de recueillir le plus de principes actifs et d'atténuer ou voire annuler la toxicité de certaines recettes.

3.2.2 TYPE DES MALADIES TRAITÉES PAR LES ESPÈCES D'ASTÉRACÉES RENCONTRÉES A MEKNÈS -TAFILALET

L'analyse ethnobotanique de l'information collectée a permis de répertorier un certain nombre de maladies traitées par les plantes médicinales appartenant à la famille des Astéracées. Les résultats représentés dans la figure 7 montrent que la majorité des Astéracées répertoriées dans cette enquête interviennent principalement dans le traitement de maladies de l'appareil digestif (18.6 %), en cas de problèmes cardio-vasculaires (13.1 %) et contre les maladies métaboliques (12.5 %).

Les maladies respiratoires, dermatologiques, uro-génitales, ostéo-articulaires, bucco-dentaires et celles du système nerveux central et périphérique ont un pourcentage compris entre 5.8 % et 9.0 %. D'autres utilisations sont moins représentées dans la région (moins de 8.4%) ; il s'agit d'Infections par les parasites, des pathologies des annexes du tube digestif et des glandes, d'affections visuelles, et les morsures venimeuses).

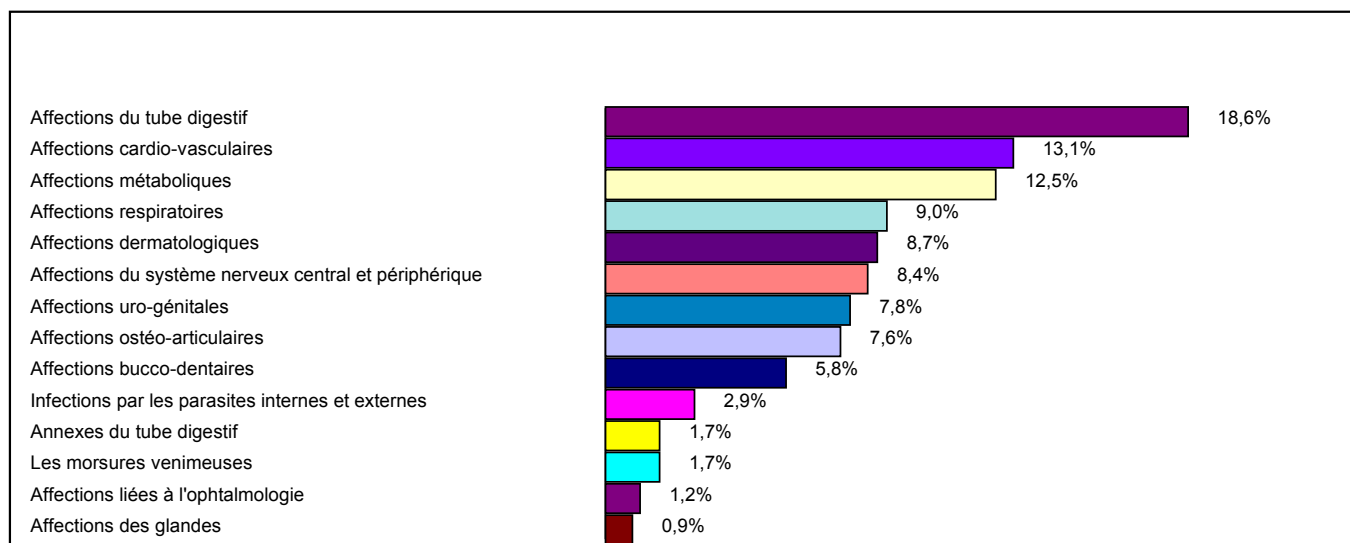


Fig. 7. Répartition des différentes utilisations d'Astéracées dans la région de Meknès-Tafilalet

3.2.3 LES ESPÈCES D'ASTERACEES A USAGES TRES FREQUENT

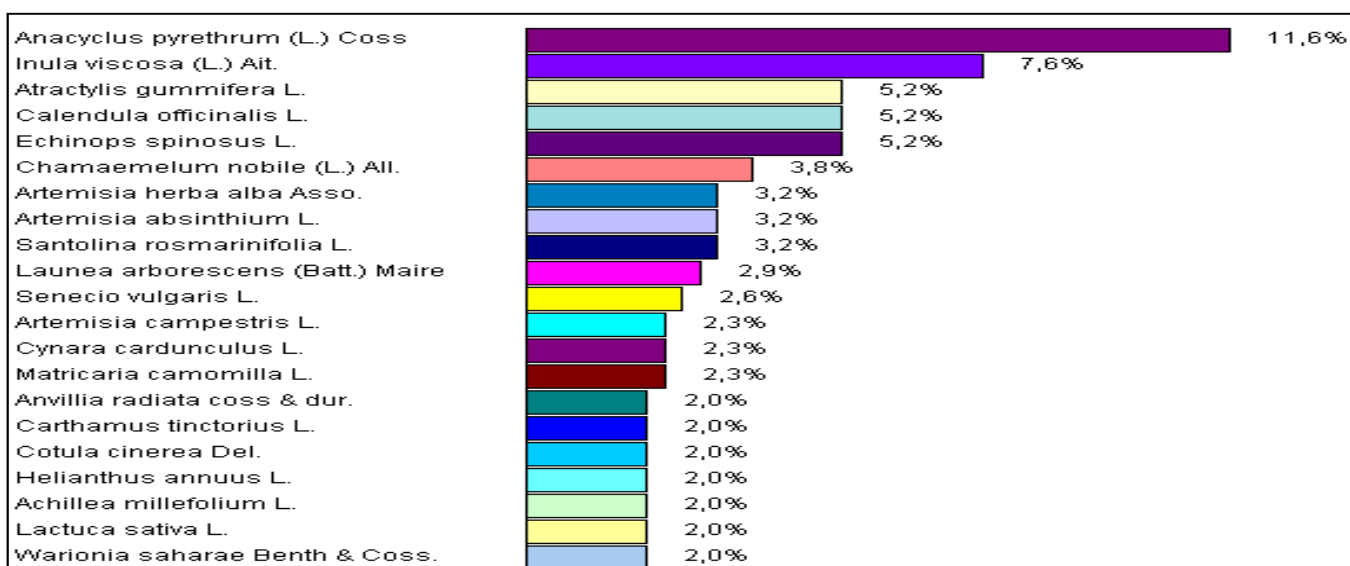


Fig. 8. Répartition des fréquences des espèces d'Astéracées les plus utilisées dans la région de Meknès-Tafilalet

Selon les résultats présentés dans la figure 8, onze (11) plantes de la famille des astéracées sont à vertus médicinales et sont relativement plus utilisées en phytothérapie traditionnelle par la population locale ; la majorité de ces espèces pousse spontanément dans la région étudiée. L'espèce *Anacyclus pyrethrum* (L.) Coss a été signalée par 11.6 % des enquêtés, suivie par *Dittrichia viscosa* (L.) Ait. (7.6 %), *Atractylis gummifera* L., *Calendula officinalis* L., *Echinops spinosus* L. (5.2 % chaque une), puis *Chamaemelum nobile* (L.) All. (3.8 %), *Artemisia herba alba* Asso., *Artemisia absinthium* L., *Santolina rosmarinifolia* L. (3.2% chaque une), *Launea arborescens* (Batt.) Maire (2.9 %), *Senecio vulgaris* L. (2.6 %), *Artemisia campestris* L., *Cynara cardunculus* L. et *Matricaria camomilla* L. (2.3 %). Les espèces *Anvillia radiata* Coss & Dur., *Carthamus tinctorius* L., *Cotula cinerea* Del., *Helianthus annuus* L., *Achillea millefolium* L., *Lactuca sativa* L. et *Warionia saharae* Benth & Coss. ont été signalé par 2% des enquêtes.

3.2.4 L'UTILISATION THERAPEUTIQUE DES ESPECES D'ASTERACEES

Les enquêtes ethnobotaniques menées sur le terrain ont permis d'élaborer un catalogue de 48 espèces médicinales (Photos des espèces en Annexe 2) appartenant à 31 genres de la famille des Astéracées (Annexe 1). Il s'agit d'une part d'espèces connues universellement quant à leurs propriétés botanique, phytochimique et pharmacologique et elles figurent pour la plupart dans la pharmacopée marocaine et celles de certains pays. Par contre, d'autres espèces inconnues ou partiellement connues, telles *Atractylis cancellata* L., *Atractylis gummifera* L., *Atractylis flava* Desf., *Carthamus fruticosus* Maire, *Ormenis scariosa* (Ball) Litard. & Maire, *Hertia maroccana* (Batt.) Maire...etc, nécessitent des investigations poussées avant leur recommandation pour une utilisation en thérapeutique moderne.

4 CONCLUSION

Cette étude a permis de révéler l'importance relative accordée aux Astéracées dans la phytothérapie traditionnelle dans le système de santé dans la région de Meknès-Tafilalet.

La collecte et l'analyse des données recueillies permettent de transformer le savoir populaire oral dans cette région en savoir transcrit par l'établissement du catalogue des Astéracées utilisées en thérapie traditionnelle.

Ainsi, les résultats obtenus montrent que les feuilles constituent les parties les plus utilisées, et la décoction constitue l'essentiel de préparation des drogues végétales. En plus, la répartition de la fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le groupe des maladies traitées montre que les pathologies digestives sont les indications thérapeutiques majeures. L'analyse floristique des résultats obtenus lors de cette étude a permis de recenser 48 espèces ; les espèces les plus utilisées dans cette région sont : *Anacyclus pyrethrum* (11.6 %), *Dittrichia viscosa* (7.6 %) et *Atractylis gummifera*, *Echinops spinosus* et *Calendula officinalis* avec 5.2 % chacune.

Toutefois, le régime d'exploitation sévère pourra faire passer ces espèces dans la catégorie des espèces rares ou éteintes, étrangères aux générations futures. De ce fait, la culture, la domestication et la valorisation des plantes médicinales, ainsi que la rationalisation de la récolte des plantes spontanées s'imposent afin de préserver et de réduire la pression sur les plantes médicinales les plus utilisées dans le domaine de la santé publique.

REFERENCES

- [1] M. Ibn Tattou, M. Fennane, "Historical survey and present state of knowledge on the vascular flora of Morocco," *Bulletin de l'Institut Scientifique (Rabat)*, vol. 13, pp. 85-94, 1989.
- [2] J. Bellakhdar, La pharmacopée marocaine traditionnelle: Médecine arabe et savoirs populaires. Editions le Fennec, in, Ibis Press, Casablanca, Morocco, 1997.
- [3] A. Benabid, Flore et écosystème du Maroc: Evaluation et préservation de la biodiversité, in, Edit. Ibis Press, Paris, 2000, p. 359.
- [4] A. Ouarghidi, G.J. Martin, B. Powell, G. Esser, A. Abbad, "Botanical identification of medicinal roots collected and traded in Morocco and comparison to the existing literature," *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, vol. 9, no.1, pp. 1-13, 2013.
- [5] A. Ouarghidi, B. Powell, G.J. Martin, H. De Boer, A. Abbad, "Species substitution in medicinal roots and possible implications for toxicity of herbal remedies in Morocco," *Economic botany*, vol. 66, no.4, pp. 370-382, 2012.
- [6] A. Abbad, G. Martin, A. El Alaoui, M. El Haouzi, A. Ouarghidi, A. Kadouri, F. Tuiti, Les racines médicinales commercialisées au Maroc: les complexes génériques et leur impact sur la conservation des espèces sauvages et la santé publique, in: International Conference of Medicinal and Aromatic plants, 2007.
- [7] J. Bellakhdar, Plantes médicinales au Maghreb et soins de base: précis de phytothérapie moderne, 2006.

- [8] M. Hmamouchi, Les plantes médicinales et aromatiques marocaines, 1999.
- [9] J.P. Muyard, "De la transmission orale de l'enseignement de Daoud Al'antaki a l'évaluation scientifique de la pharmacopée marocaine traditionnelle," *Al-Biruniya*, vol. 13, no.2, pp. 91-100, 1997.
- [10] M. Hmamouchi, "Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc," *Identification of wild food and non-food plants of the Mediterranean region. Chania: CIHEAM-IAMC*, pp. 89-108, 1997.
- [11] A. Sijelmassi, "Les plantes médicinales du Maroc," *Editions Le Fennec, Casablanca, Morocco, 285p*, 1996.
- [12] J. Bellakhdar, R. Claisse, J. Fleurentin, C. Younos, "Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoea," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 35, no.2, pp. 123-143, 1991.
- [13] J. Bellakhdar, "A new look at traditional medicine in Morocco", in: World health forum, pp. 193-199, 1989.
- [14] J. Bellakhdar, G. Honda, W. Miki, "Herb drugs and herbalists in the Maghrib", *Institute for the Study of Languages and Cultures of Asia and Africa-Tokyo University of Foreign Studies*, 1982.
- [15] A. Daoudi, M. Bammou, S. Zarkani, I. Slimani, J. Ibijbjen, L. Nassiri, "Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la commune rurale d'aguelmouss province de khénifra (Maroc)," *Phytothérapie*, pp. 1-9, 2015.
- [16] J. El Amri, K. El Badaoui, T. Zair, H. Bouharb, S. Chakir, T.E.M. Alaoui, "Ethnobotanical study of medicinal plants in the region El Hajeb (central Morocco)," *Journal of Research in Biology*, vol. 4, no.8, pp. 1568-1580, 2015.
- [17] N. Benlamdini, M. Elhafian, A. Rochdi, L. Zidane, "Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya)," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 78, pp. 6771-6787, 2014.
- [18] P. El Abbouyi, N. Filali-Ansari, P. Khyari, H. Loukili, "Inventory of medicinal plants prescribed by traditional healers in El Jadida city and suburbs (Morocco)," *International Journal of Green Pharmacy*, vol. 8, no.4, pp. 242, 2014.
- [19] F. Jamila, E. Mostafa, "Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 154, no.1, pp. 76-87, 2014.
- [20] M. El Hafian, N. Benlandini, H. Elyacoubi, L. Zidane, A. Rochdi, "Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida-Outanane (Maroc)," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 81, no.1, pp. 7198-7213, 2014.
- [21] M. Fadil, A. Farah, T. Haloui, S. Rachiq, "Étude ethnobotanique des plantes exploitées par les coopératives et les associations de la région Meknès-Tafilalet au Maroc," *Phytothérapie*, vol. 13, no.1, pp. 19-30, 2014.
- [22] A.A. Zeggwagh, Y. Lahlou, Y. Bousliman, "Enquete sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par un herboriste à Fes, Maroc," *Pan African Medical Journal*, vol. 14, pp. 125, 2013.
- [23] M. Abouri, A. El Mousadik, F. Msanda, H. Boubaker, B. Saadi, K. Cherifi, "An ethnobotanical survey of medicinal plants used in the Tata Province, Morocco," *Int J Med Plants Res*, vol. 1, pp. 99-123, 2012.
- [24] M. Ghourri, L. Zidane, E. Houda, A. Rochdi, M. Fadli, A. Douira, "Floristic and ethnobotanical study of medical plants of El Ouatia (Morocco)," *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, vol. 12, no.2, pp. 218-235, 2012.
- [25] A. Khabbach, M. Libiad, A. Ennabili, D. Boust, "Medicinal and cosmetic use of plants from the province of Taza, Northern Morocco," *Bol. latinoam. Caribe plantas med. aromát*, vol. 11, no.1, pp. 46-60, 2012.
- [26] N. Tahri, A. El Basti, L. Zidane, A. Rochdi, A. Douira, "Etude Ethnobotanique Des Plantes Médicinales Dans La Province De Settât (Maroc)," *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, vol. 12, no.2, pp. 192-208, 2012.
- [27] M. El Midaoui, A. Maataoui, M. Benbella, A.A. Houssa, N. Labazi, "Ethnobotanical study of some aromatic and medicinal plants in the Middle Atlas mountains of Morocco," *Natural product communications*, vol. 6, no.10, pp. 1455-1458, 2011.
- [28] S. Salhi, M. Fadli, L. Zidane, A. Douira, "Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc)," *Lazaroa*, vol. 31, pp. 133-143, 2011.
- [29] A. Khabbach, M. Libiad, A. Ennabili, "Plant Resources Use in the Province of Taza (North of Morocco)," *ProEnvironment/ProMediu*, vol. 4, no.8, pp.347-356, 2011.
- [30] L. El Mansouri, A. Ennabili, D. Boust, "Socioeconomic interest and valorization of medicinal plants from the Rissani oasis (SE of Morocco)," *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat*, vol. 10, no.1, pp. 30-45, 2011.
- [31] A. Ennabili, N. Gharnit, E. El Mokhtar, "Inventory and social interest of medicinal, aromatic and honeyplants from Mokrisset region (NW of Morocco)," *Studia Botanica*, vol. 19, no., pp. 57-74, 2000.
- [32] H. Lahsissene, A. Kahouadji, "Analyse ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques de la flore marocaine: cas de la région de Zaër," *Phytothérapie*, vol. 8, no.4, pp. 202-209, 2010.
- [33] O. Benkhniq, L. Zidane, M. Fadli, H. Elyacoubi, A. Rochdi, A. Douira, "Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région Gharb du Maroc)," *Acta Botanica Barcinonensia*, vol. 53, pp. 191-216, 2010.
- [34] H. Lahsissene, A. Kahouadji, S. Hseini, "Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc Occidental)," *Lejeunia Revue de Botanique*, vol. 186, 1-26, 2009.

- [35] A. Ouarghidi, "Eude comparative du savoir Ethnomédicinale et Ethnobotanique entre les guérisseurs et la population locale de la vallée d'Imnane (Région de Marrakech, Haut atlas)," *Department of Biology, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco*, 2007.
- [36] R. Mehdioui, A. Kahouadji, "Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira)," *Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section Sciences de la vie*, vol. 29, pp. 11-20, 2007.
- [37] S. Hseini, A. Kahouadji, H. Lassissene, M. Tijane, "Analyses floristique et ethnobotanique des plantes vasculaires médicinales utilisées dans la région de Rabat (Maroc occidental)," *Lazaroo*, vol. 28, pp. 93-100, 2007.
- [38] L. El Rhaffari, A. Zaid, "Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée," in Fleurentin J. (ed.), *Des sources du savoir aux médicaments du futur : actes du 4e congrès européen d'ethnopharmacologie = From the sources of knowledge to the medicines of the future = proceedings of the 4th European Congress on Ethnopharmacology*, pp. 293-318, 2002.
- [39] A. Merzouki, F. Ed-Derfoufi, J.M. Mesa, "Contribution to the knowledge of Rifian traditional medicine. II: Folk medicine in Ksar Lakbir district (NW Morocco)," *Fitoterapia*, vol. 71, no.3, pp. 278-307, 2000.
- [40] L. EL Rhaffari, A. Zaid, F. Et El Alami, "Valorisation et protection de la flore utilisée en médecine traditionnelle dans le Tafilalet et ces environs," *Minbar Al-Jaiâa*, vol. 1, pp. 183-189, 1999.
- [41] A. Benchaâbane, A. Abbad, *Les plantes médicinales commercialisées à Marrakech: Traces du présent*, 1997.
- [42] J. Bellakhdar, W. Miki, G. Honda, "Herboristes et pharmacopée à Marrakech et Salé (Maroc)," *Al Biruniya, Rev. Mar. Pharm.*, vol. 10, no., pp. 26-27, 1994.
- [43] J. Bellakhdar, A. Baayaoui, A. Kazdari, J. Marechal, "Herboristes et medecine traditionnelle à Tissint, oasis presaharien du sud Marocain (province de Tata)," *Al Biruniya*, vol. 3, no.1, pp. 7-50, 1987.
- [44] A. Benabid, "Etude phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc)," *Sc. Tech. St. Jérôme. Univ. D'Aix-Marseille, Ph. D. Thesis*, 1982.
- [45] J. Bellakhdar, "Médecine traditionnelle et toxicologie ouest-sahariennes: contribution à l'étude de la pharmacopée marocaine," *Éditions techniques nord-africaines*, 1978.
- [46] F.B.A. El Hilah Fatima, J. Dahmani, N. Belahbib, L. Zidane, "Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 25, no.2, pp. 3886-3897, 2015.
- [47] Z. Alami, H. Aynaou, B. Alami, Y. Hdidou, H. Latrech, "Herbal medicines use among diabetic patients in Oriental Morocco," *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, vol. 7, no.2, pp. 9, 2015.
- [48] Z. Doukkali, H. Boudida, A. Srfi, K. Taghzouti, Y. Cherrah, K. Alaoui, "Les plantes anxiolytiques au Maroc. Études ethnobotanique et ethno-pharmacologique," *Phytothérapie*, pp. 1-8, 2015.
- [49] O. Benkhniue, F.B. Akka, S. Salhi, M. Fadli, A. Douira, L. Zidane, "Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans la région d'Al Haouz-Rhamna (Maroc)," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 23, no.1, pp. 3539-3568, 2014.
- [50] M. Ghourri, L. Zidane, A. Douira, "Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement de la lithiase rénale dans la province de Tan-Tan (Maroc saharien)," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 7, no.4, pp. 1688-1700, 2014.
- [51] M. Ghourri, L. Zidane, A. Douira, "La phytothérapie et les infections urinaires (La pyélonéphrite et la cystite) au Sahara Marocain (Tan-Tan)," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 20, no.3, pp. 3171-3193, 2014.
- [52] A. Douira, L. Zidane, M. Ghourri, "Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète au Sahara Marocaine (Tan Tan)," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 17, no.1, pp. 2388-2411, 2013.
- [53] F. Kabbaj, B. Meddah, Y. Cherrah, E. Faouzi, "Ethnopharmacological profile of traditional plants used in Morocco by cancer patients as herbal therapeutics," *Phytopharmacology*, vol. 2, no.2, pp. 243-256, 2012.
- [54] F. Amrani, A. Rhallab, T. Alaoui, K. Badaoui, S. Chakir, "Ethnopharmacological survey of some plants used for the treatment of diabetes in the region of Meknès-Tafilalet (Morocco)," *Phytothérapie*, vol. 8, no.3, pp. 161, 2010.
- [55] A. Tahraoui, J. El-Hilaly, Z. Israili, B. Lyoussi, "Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province)," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 110, no.1, pp. 105-117, 2007.
- [56] M. Eddouks, M. Maghrani, A. Lemhadri, M.-L. Ouahidi, H. Jouad, "Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet)," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 82, no.2, pp. 97-103, 2002.
- [57] L. El Rhaffari, K. Hammani, M. Benlyas, A. Zaid, "Traitement de la leishmaniose cutanée par la phytothérapie au Tafilalet," *Biologie & Santé*, vol. 1, no.1, pp. 45-54, 2002.
- [58] M. Bnouham, H. Mekhfi, A. Legssyer, A. Ziyat, "Ethnopharmacology forum medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco," *International Journal of Diabetes & Metabolism*, vol. 10, pp. 33-50, 2002.

- [59] H. Jouad, M. Haloui, H. Rhiouani, J. El Hilaly, M. Eddouks, "Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez-Boulemane)," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 77, no.2, pp. 175-182, 2001.
- [60] A. Ziyat, A. Legssyer, H. Mekhfi, A. Dassouli, M. Serhrouchni, W. Benjelloun, "Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 58, no.1, pp. 45-54, 1997.
- [61] R. Claissé, *Plantes à usage dermatologique de la pharmacopée traditionnelle marocaine*, 172-173, 1996.
- [62] Haut commissariat au Plan. Monographie de la région Meknès-Tafilalet, 2013.
[En ligne] : Available: <http://www.hcp.ma/region-meknes/attachment/564410/> , Page consultée, le 20 avril 2014.
- [63] R. Nègre, *Petite flore des régions arides du Maroc occidental*, 1961.
- [64] P. Quézel, Santa S, *Nouvelle Flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales*, 1962.
- [65] J. Bellakhdar, *La pharmacopée marocaine traditionnelle: Médecine arabe et savoirs populaires*. Editions le Fennec, in, Ibis Press, Casablanca, Morocco, 1997, pp. 764.
- [66] M. Fennane, M. Ibn Tattou, J. Mathez, A. Ouyahya, J. El oualidi, "Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires," *Travaux de l'Institut scientifique, Serie botanique*, vol. I, no.36, pp. 558, 1999.
- [67] B. Valdés, *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification*, 2002.
- [68] M. Fennane, M. Ibn. Tattou, "Flore vasculaire du Maroc: Inventaire et chorologie," *Série botanique* 37, Tome I, pp. 483, 2005.
- [69] A. Adomou, H. Yedomonhan, B. Djossa, S. Legba, M. Oumorou, A. Akoegninou, "Etude Ethnobotanique des plantes médicinales vendues dans le marché d'Abomey-Calavi au Bénin," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 6, no.2, pp. 745-772, 2012.
- [70] T. Montanari, J.E. de Carvalho, H. Dolder, "Antispermatic effect of *Achillea millefolium* L. in mice," *Contraception*, vol. 58, no.3, pp. 309-313, 1998.
- [71] F. Candan, M. Unlu, B. Tepe, D. Daferera, M. Polissiou, A. Sökmen, H.A. Akpulat, "Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan.(Asteraceae)," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 87, no.2, pp. 215-220, 2003.
- [72] A.S. Goldberg, E.C. Mueller, E. Eigen, S.J. Desalva, "Isolation of the anti-inflammatory principles from *Achillea millefolium* (compositae)," *Journal of pharmaceutical sciences*, vol. 58, no.8, pp. 938-941, 1969.
- [73] S. Yaesh, Q. Jamal, A.u. Khan, A.H. Gilani, "Studies on hepatoprotective, antispasmodic and calcium antagonist activities of the aqueous-methanol extract of *Achillea millefolium*," *Phytotherapy Research*, vol. 20, no.7, pp. 546-551, 2006.
- [74] B. Csupor-Löffler, Z. Hajdú, I. Zupkó, B. Réthy, G. Falkay, P. Forgo, J. Hohmann, "Antiproliferative effect of flavonoids and sesquiterpenoids from *Achillea millefolium* sl on cultured human tumour cell lines," *Phytotherapy Research*, vol. 23, no.5, pp. 672-676, 2009.
- [75] S. Dall'Acqua, C. Bolego, A. Cignarella, R.M. Gaion, G. Innocenti, "Vasoprotective activity of standardized *Achillea millefolium* extract," *Phytomedicine*, vol. 18, no.12, pp. 1031-1036, 2011.
- [76] H. Boutennoun, L. Boussouf, A. Rawashdeh, K. Al-Qaoud, S. Abdelhafez, M. Kebieche, K. Madani, "In vitro cytotoxic and antioxidant activities of phenolic components of Algerian *Achillea odorata* leaves," *Arabian Journal of Chemistry*, 2014. In press: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.05.013>.
- [77] C. Bekhechi, F.A. Bekkara, J. Casanova, F. Tomi, "Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Achillea odorata* L. subsp. *pectinata* (Lamk) var. *microphylla* (Willd.) Willk. from Northwestern Algeria," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 23, no.3, pp. 42-46, 2011.
- [78] V. Sharma, J. Boonen, B.D. Spiegeleer, V. Dixit, "Androgenic and Spermatogenic Activity of Alkylamide-Rich Ethanol Solution Extract of *Anacyclus pyrethrum* DC," *Phytotherapy Research*, vol. 27, no.1, pp. 99-106, 2013.
- [79] C. Selles, M.E.A. Dib, N. Djabou, F. Beddou, A. Muselli, B. Tabti, J. Costa, B. Hammouti, "Antimicrobial activity and evolution of the composition of essential oil from Algerian *Anacyclus pyrethrum* L. through the vegetative cycle," *Natural product research*, vol. 27, no.23, pp. 2231-2234, 2013.
- [80] C. Selles, H. Medjdoub, M.E.A. Dib, M. Zerriouh, B. Tabti, "Anti-diabetic activity of aqueous root extract of *Anacyclus pyrethrum* L. in streptozotocin-induced-diabetic rats," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 6, no.16, pp. 3193-3198, 2012.
- [81] C. Selles, M.E.A. Dib, H. Allali, B. Tabti, "Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of solvent extracts of *Anacyclus pyrethrum* L., from Algeria," *Mediterranean Journal of Chemistry*, vol. 2, no.2, pp. 408-415, 2012.
- [82] M.R. Shahraki, S. Shahraki, M.R. Arab, M. Shahrakipour, "The Effects of Aqueous Extract of *Anacyclus Pyrethrum* on Sperm Count and Reproductive Organs in Adult Male Rats," *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, vol.17, no.2, pp. 42-46, 2015.
- [83] C. Kandouli, E. Ricquebourg, M. Cassien, A. Mercier, P. Stocker, Z. Leulmi, A. Mechakra, M. Culcasi, S. Pietri, "In vitro and in vivo evaluation of the antioxidant, antidiabetic and cardioprotective activities from the aerial parts of *Anvillea*

- radiata Coss. & Dur," in: 15th International Conference on Oxidative Stress Reduction, Redox Homeostasis and Antioxidants, 2015.
- [84] M. Lakhdar, K.H. Meriem, B. Larbi, R. Amina, S. Aicha, "Phytochemical Analysis and Antifungal Activity of Anvillea Radiata," *World Applied Sciences Journal*, vol. 26, no.2, pp. 165-171, 2013.
- [85] M. Bammou, K. Sellam, L. El-Rhaffari, G. Echchagadda, J. Ibibijen, L. Nassiri, "Activité antibactérienne (in vitro) de l'extrait aqueux des feuilles d'Anvillea radiata (Coss. & Dur.) sur des bactéries multirésistantes à des antibiotiques," *Science lib*, vol. 6, 2014.
- [86] S. Kordali, R. Kotan, A. Mavi, A. Cakir, A. Ala, A. Yildirim, "Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of Artemisia dracunculus and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish Artemisia absinthium, A. dracunculus, Artemisia santonicum, and Artemisia spicigera essential oils," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 53, no.24, pp. 9452-9458, 2005.
- [87] H. Chiasson, A. Bélanger, N. Bostanian, C. Vincent, A. Poliquin, "Acaricidal properties of Artemisia absinthium and Tanacetum vulgare (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction," *Journal of Economic Entomology*, vol. 94, no.1, pp. 167-171, 2001.
- [88] F. Ahmad, R.A. Khan, S. Rasheed, "Study of analgesic and anti-inflammatory activity from plant extracts of Lactuca scariola and Artemisia absinthium," *Journal of Islamic Academy of Sciences*, vol. 5, no.2, pp. 111-114, 1992.
- [89] K. Tariq, M. Chishti, F. Ahmad, A. Shawl, "Anthelmintic activity of extracts of Artemisia absinthium against ovine nematodes," *Veterinary parasitology*, vol. 160, no.1, pp. 83-88, 2009.
- [90] M. Mahmoudi, M. Ebrahimzadeh, F. Ansaroudi, S. Nabavi, S. Nabavi, "Antidepressant and antioxidant activities of Artemisia absinthium L. at flowering stage," *African Journal of Biotechnology*, vol. 8, no.24, pp. 7170-7175, 2009.
- [91] A. Akrou, L.A. Gonzalez, H. El Jani, P.C. Madrid, "Antioxidant and antitumor activities of Artemisia campestris and Thymelaea hirsuta from southern Tunisia," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 49, no.2, pp. 342-347, 2011.
- [92] S.B. Erel, G. Reznicek, S.G. Şenol, N.Ü.K. Yavaşoğlu, S. Konyalıoğlu, A.U. Zeybek, "Antimicrobial and antioxidant properties of Artemisia L. species from western Anatolia," *Turk J Biol*, vol. 36, pp. 75-84, 2012.
- [93] A. Boudjelal, L. Siracusa, C. Henchiri, M. Sarri, B. Abderrahim, F. Baali, G. Ruberto, "Antidiabetic Effects of Aqueous Infusions of Artemisia herba-alba and Ajuga iva in Alloxan-Induced Diabetic Rats," *Planta medica*, vol.81, no.9, pp. 696-704, 2015.
- [94] D. Aouadi, G. Luciano, V. Vasta, S. Nasri, D.M. Brogna, S. Abidi, A. Priolo, H.B. Salem, "The antioxidant status and oxidative stability of muscle from lambs receiving oral administration of Artemisia herba alba and Rosmarinus officinalis essential oils," *Meat science*, vol. 97, no.2, pp. 237-243, 2014.
- [95] S. Fedhila, W.B. Lazhar, T. Jeridi, V. Sanchis, M. Gohar, D. Lereclus, J.B. Hamida, "Peptides extracted from Artemisia herba alba have antimicrobial activity against foodborne pathogenic gram-positive bacteria," *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, vol. 12, no.1, pp. 68-75, 2015.
- [96] D. Khelifi, R.M. Sghaier, S. Amouri, D. Laouini, M. Hamdi, J. Bouajila, "Composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of Artemisia herba-alba, Ruta chalapensis L. and Peganum harmala L," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 55, pp. 202-208, 2013.
- [97] I. Sharifian, S.M. Hashemi, M. Aghaei, M. Alizadeh, "Insecticidal activity of essential oil of Artemisia herba-alba Asso against three stored product beetles," *Biharean Biologist*, vol. 6, no.2, pp. 90-93, 2012.
- [98] A. Abbad, A. Kasrati, C.A. Jamali, S. Zeroual, T. Ba M'hamed, R. Spooner-Hart, D. Leach, "Insecticidal properties and chemical composition of essential oils of some aromatic herbs from Morocco," *Natural product research*, vol. 28, no., pp. 2338-2341, 2014.
- [99] H. Bencheqroun, M. Ghanmi, B. Satrani, A. Aafi, A. Chaouch, "Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Artemisia mesatlantica, plante endémique du Maroc," *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, vol. 81, pp. 21-24, 2012.
- [100] M. Znini, G. Cristofari, L. Majidi, H. Mazouz, P. Tomi, J. Paolini, J. Costa, "Antifungal Activity of Essential Oil from Asteriscus graveolens against Postharvest Phytopathogenic Fungi in Apples," *Natural Product Communications*, vol. 6, no.11, pp. 1763-1768, 2011.
- [101] S.M.A. Rahman, S.A. Abd-Ellatif, S.F. Deraz, A.A. Khalil, "Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: Natural alternatives for infectious disease treatment," *African Journal of Biotechnology*, vol. 10, no.52, pp. 10733-10743, 2013.
- [102] S. Abd-Ellatif, S.M. Abdel Rahman, S.F. Deraz, "Promising antifungal effect of some folkloric medicinal plants collected from El-Hammam habitat, Egypt against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi," *ARPN J. Agric. Biol. Sci*, vol. 6, no.9, pp. 25-32, 2011.
- [103] P. Avato, C. Vitali, P. Mongelli, A. Tava, "Antimicrobial activity of polyacetylenes from Bellis perennis and their synthetic derivatives," *Planta medica*, vol. 63, no.6, pp. 503-507, 1997.

- [104] T. Siatka, M. Kašparová, "Seasonal variation in total phenolic and flavonoid contents and DPPH scavenging activity of *Bellis perennis* L. flowers," *Molecules*, vol. 15, no.42, pp. 9450-9461, 2010.
- [105] T. Morikawa, X. Li, E. Nishida, Y. Ito, H. Matsuda, S. Nakamura, O. Muraoka, M. Yoshikawa, "Perenniosides I– VII, Acylated Triterpene Saponins with Antihyperlipidemic Activities from the Flowers of *Bellis perennis*," *Journal of natural products*, vol. 71, no.5, pp. 828-835, 2008.
- [106] C. Desevedavy, M. Amoros, L. Girre, C. Lavaud, G. Massiot, "Antifungal agents: in vitro and in vivo antifungal extract from the common daisy, *Bellis perennis*," *Journal of natural products*, vol. 52, no.1, pp. 184-185, 1989.
- [107] E. Efstratiou, A.I. Hussain, P.S. Nigam, J.E. Moore, M.A. Ayub, J.R. Rao, "Antimicrobial activity of *Calendula officinalis* petal extracts against fungi, as well as Gram-negative and Gram-positive clinical pathogens," *Complementary Therapies in Clinical Practice*, vol. 18, no.3, pp. 173-176, 2012.
- [108] P. Chandurkar, T. Murab, N. Ahakey, N. Tripathi, A. Choudhary, "Antimicrobial activity of aqueous, acetone and methanol extracts of *Calendula officinalis* L.(Marigold) flower," *Int. J. Pure App. Biosci*, vol. 3, no.2, pp. 386-388, 2015.
- [109] H. Ahmad, I. Khan, A. Wahid, "Antiglycation and antioxidation properties of *Juglans regia* and *Calendula officinalis*: possible role in reducing diabetic complications and slowing down ageing," *Journal of Traditional Chinese Medicine*, vol. 32, no.3, pp. 411-414, 2012.
- [110] L.M.L. Parente, R.d.S. Lino Júnior, L.M.F. Tresvenzol, M.C. Vinaud, J.R. de Paula, N.M. Paulo, "Wound healing and anti-inflammatory effect in animal models of *Calendula officinalis* L. growing in Brazil," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2012, no., pp.1-7, 2011.
- [111] M. Behbahani, "Evaluation of In Vitro Anticancer Activity of *Ocimum Basilicum*, *Alhagi Maurorum*, *Calendula Officinalis* and Their Parasite *Cuscuta Campestris*," *PloS one*, vol. 9, no.12, pp. 1-13, 2014.
- [112] L.M.L. Parente, M.A. Andrade, L.A.B. Brito, V.M.B.D.d. Moura, M.P. Miguel, R.d.S. Lino-Júnior, L.F.M. Tresvenzol, J.R.d. Paula, N.M. Paulo, "Angiogenic activity of *Calendula officinalis* flowers L. in rats," *Acta Cirurgica Brasileira*, vol. 26, no.1, pp. 19-24, 2011.
- [113] S. Moradkhani, I. Salehi, S. Abdolmaleki, A. Komaki, "Effect of *Calendula officinalis* hydroalcoholic extract on passive avoidance learning and memory in streptozotocin-induced diabetic rats," *Ancient Science of Life*, vol. 34, no.3, pp. 157, 2015.
- [114] S.-Y. Han, H.-X. Li, X. Ma, K. Zhang, Z.-Z. Ma, Y. Jiang, P.-F. Tu, "Evaluation of the anti-myocardial ischemia effect of individual and combined extracts of *Panax notoginseng* and *Carthamus tinctorius* in rats," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 145, no.3, pp. 722-727, 2013.
- [115] Y. Wang, P. Chen, C. Tang, Y. Wang, Y. Li, H. Zhang, "Antinociceptive and anti-inflammatory activities of extract and two isolated flavonoids of *Carthamus tinctorius* L," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 151, no.2, pp. 944-950, 2014.
- [116] S.-Y. Yu, Y.-J. Lee, J.-D. Kim, S.-N. Kang, S.-K. Lee, J.-Y. Jang, H.-K. Lee, J.-H. Lim, O.-H. Lee, "Phenolic composition, antioxidant activity and anti-adipogenic effect of hot water extract from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed," *Nutrients*, vol. 5, no.12, pp. 4894-4907, 2013.
- [117] S. Asgary, P. Rahimi, P. Mahzouni, H. Madani, "Antidiabetic effect of hydroalcoholic extract of *Carthamus tinctorius* L. in alloxan-induced diabetic rats," *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, vol. 17, no.4, pp. 386, 2012.
- [118] N. Salem, K. Msaada, W. Dhifi, F. Limam, B. Marzouk, "Effect of salinity on plant growth and biological activities of *Carthamus tinctorius* L. extracts at two flowering stages," *Acta physiologiae plantarum*, vol. 36, no.2, pp. 433-445, 2014.
- [119] S.-h. Wu, C.-p. Zheng, S.-y. Chen, X.-p. Cai, Y.-j. Shi, Z. Liu, Z.-y. Li, "Anti-thrombotic effect of *Carthamus tinctorius* Linn extracts in rats," *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 13, no.10, pp. 1637-1642, 2014.
- [120] P. Rahimi, S. Asgary, N. Kabiri, "Hepatoprotective and Hypolipidemic Effects of *Carthamus tinctorius* oil in Alloxan-induced Type 1 Diabetic Rats," *Journal of HerbMed Pharmacology*, vol. 3, no. 2, pp. 107 - 111, 2014.
- [121] M. Eddouks, A. Lemhadri, N. Zeggwagh, J. Michel, "Potent hypoglycaemic activity of the aqueous extract of *Chamaemelum nobile* in normal and streptozotocin-induced diabetic rats," *Diabetes research and clinical practice*, vol. 67, no.3, pp. 189-195, 2005.
- [122] J. Graf, "Herbal anti-inflammatory agents for skin disease," *Skin Therapy Lett*, vol. 5, no.4, pp. 3-5, 2000.
- [123] N.A. Zeggwagh, A. Moufid, J.B. Michel, M. Eddouks, "Hypotensive effect of *Chamaemelum nobile* aqueous extract in spontaneously hypertensive rats," *Clinical and Experimental Hypertension*, vol. 31, no.5, pp. 440-450, 2009.
- [124] C. InYoung, S. YoungJu, L. WangHyu, "DPPH radical scavenging effect and antimicrobial activities of some herbal extracts," *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, vol. 28, no.5, pp. 871-876, 2010.
- [125] A. Abdanipour, S. Khatami, T. Tiraihi, M. Satari, "Effect of hydro-ethanolic extract of *Chamaemelum nobile* on cell proliferation and apoptosis of rat hippocampal neural stem cells in the oxidative stress condition," *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, vol. 16, no.4, pp. 14-19, 2015.

- [126] K. Hosni, I. Hassen, H. Sebei, H. Casabianca, "Secondary metabolites from *Chrysanthemum coronarium* (Garland) flowerheads: Chemical composition and biological activities," *Industrial Crops and Products*, vol. 44, pp. 263-271, 2013.
- [127] J.Z. Chen, S.I. Ge, F.Q. Xing, "Study on the Antimicrobial Activity of the Extracts from *Chrysanthemum coronarium*," *Northern Horticulture*, vol. 22, no., pp. 56, 2011.
- [128] H.I. Abd-Alla, M.A. Albalawy, H.F. Aly, N.M. Shalaby, K.H. Shaker, "Flavone composition and antihypercholesterolemic and antihyperglycemic activities of *Chrysanthemum coronarium* L," *Zeitschrift für Naturforschung C*, vol. 69, no.5, pp. 199-208, 2014.
- [129] H. Cetin, A. Yanikoglu, J.E. Cilek, "Larvicidal activity of selected plant hydrodistillate extracts against the house mosquito, *Culex pipiens*, a West Nile virus vector," *Parasitology research*, vol. 108, no.4, pp. 943-948, 2011.
- [130] R. Verma, A. Rawat, S.A. Ganie, R.K. Agnihotri, R. Sharma, S. Mahajan, A. Gupta, "In vitro antibacterial activity of *Cichorium intybus* against some pathogenic bacteria," *British Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 3, no.4, pp. 767-775, 2013.
- [131] J. Azay-Milhau, K. Ferrare, J. Leroy, J. Aubaterre, M. Tournier, A.-D. Lajoix, D. Tousch, "Antihyperglycemic effect of a natural chicoric acid extract of chicory (*Cichorium intybus* L.): a comparative in vitro study with the effects of caffeic and ferulic acids," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 150, no.2, pp. 755-760, 2013.
- [132] L. Sergio, A. De Paola, V. Cantore, M. Pieralice, N.A. Cascarano, V.V. Bianco, D. Di Venere, "Effect of salt stress on growth parameters, enzymatic antioxidant system, and lipid peroxidation in wild chicory (*Cichorium intybus* L.)," *Acta physiologiae plantarum*, vol. 34, no.6, pp. 2349-2358, 2012.
- [133] G.Y. Li, H.Y. Gao, J. Huang, J. Lu, J.K. Gu, J.H. Wang, "Hepatoprotective effect of *Cichorium intybus* L., a traditional Uighur medicine, against carbon tetrachloride-induced hepatic fibrosis in rats," *World journal of gastroenterology: WJG*, vol. 20, no.16, pp. 4753-4760, 2014.
- [134] T.A. Bischoff, C.J. Kelley, Y. Karchesy, M. Laurantos, P. Nguyen-Dinh, A.G. Arefi, "Antimalarial activity of Lactucin and Lactucopicrin: sesquiterpene lactones isolated from *Cichorium intybus* L," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 95, no.2, pp. 455-457, 2004.
- [135] C. Atef, M. Boualem, M.M. Cherif, H. Youcef, C. Azzedine, "Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils in Xerophytic plant *Cotula cinerea* Del (Asteraceae) during two stages of development: flowering and fruiting," *Journal of Applied Pharmaceutical Science Vol*, vol. 5, no.3, pp. 29-34, 2015.
- [136] L. El Bouzidi, A. Abbad, K. Fattarsi, L. Hassani, D. Leach, M. Markouk, L. Legendre, K. Bekkouche, "Chemical composition and anticandidal properties of the essential oil isolated from aerial parts of *Cotula cinerea*: a rare and threatened medicinal plant in Morocco," *Natural product communications*, vol. 6, no.10, pp. 1491-1494, 2011.
- [137] F. Khallouki, K. Sellam, R. Koyun, I. Ricarte, C. Alem, L. Elrhaffari, R.W. Owen, "Phytoconstituents and in vitro Evaluation of Antioxidant Capacities of *Cotula Cinerea* (Morocco) Methanol Extracts," *Records of Natural Products*, vol. 9, no.4, pp. 572-575, 2015.
- [138] L. Askarne, I. Talibi, H. Boubaker, E.H. Boudyach, F. Msanda, B. Saadi, M.A. Serghini, A.A. Ben Aoumar, "In vitro and in vivo antifungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold," *Crop Protection*, vol. 40, pp. 53-58, 2012.
- [139] Z. Velez, M.A. Campinho, Â.R. Guerra, L. García, P. Ramos, O. Guerreiro, L. Felício, F. Schmitt, M. Duarte, "Biological characterization of *Cynara cardunculus* L. methanolic extracts: antioxidant, anti-proliferative, anti-migratory and anti-angiogenic activities," *Agriculture*, vol. 2, no.4, pp. 472-492, 2012.
- [140] P.A. Ramos, S.A. Santos, Â.R. Guerra, O. Guerreiro, C.S. Freire, S.M. Rocha, M.F. Duarte, A.J. Silvestre, "Phenolic composition and antioxidant activity of different morphological parts of *Cynara cardunculus* L. var. *altilis* (DC)," *Industrial Crops and Products*, vol. 61, pp. 460-471, 2014.
- [141] T. Tavares, H. Spindola, G. Longato, M. Pintado, J. Carvalho, F.X. Malcata, "Antinociceptive and anti-inflammatory effects of novel dietary protein hydrolysate produced from whey by proteases of *Cynara cardunculus*," *International Dairy Journal*, vol. 32, no.2, pp. 156-162, 2013.
- [142] B. Loi, N. Fantini, G. Colombo, G.L. Gessa, A. Riva, E. Bombardelli, P. Morazzoni, M.A. Carai, "Reducing effect of a combination of *Phaseolus vulgaris* and *Cynara scolymus* extracts on food intake and glycemia in rats," *Phytotherapy Research*, vol. 27, no.2, pp. 258-263, 2013.
- [143] J. Magielse, A. Verlaet, A. Breynaert, B.M.Y. Keenoy, S. Apers, L. Pieters, N. Hermans, "Investigation of the in vivo antioxidative activity of *Cynara scolymus* (artichoke) leaf extract in the streptozotocin-induced diabetic rat," *Molecular nutrition & food research*, vol. 58, no.1, pp. 211-215, 2014.
- [144] E. Vamanu, A. Vamanu, S. Nita, S. Colceriu, "Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extracts of *Cynara scolymus* (*Cynarae folium*, Asteraceae family)," *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 10, no.6, pp. 777-783, 2011.

- [145] E. Heidarian, Y. Soofiniya, "Hypolipidemic and hypoglycemic effects of aerial part of *Cynara scolymus* in streptozotocin-induced diabetic rats," *J Med Plant Res*, vol. 5, no.13, pp. 2717-2723, 2011.
- [146] F. Bssaibis, N. Gmira, M. Meziane, "Activite antibacterienne de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter," *Revue de Microbiologie Industrielle, Santé et environnement*, vol. 3, pp. 44-55, 2009.
- [147] M. Abad, J. Guerra, P. Bermejo, A. Irurzun, L. Carrasco, "Search for antiviral activity in higher plant extracts," *Phytotherapy research*, vol. 14, no.8, pp. 604-607, 2000.
- [148] E. Mamoci, I. Cavoski, V. Simeone, D. Mondelli, L. Al-Bitar, P. Caboni, "Chemical composition and in vitro activity of plant extracts from *Ferula communis* and *Dittrichia viscosa* against postharvest fungi," *Molecules*, vol. 16, no.3, pp. 2609-2625, 2011.
- [149] M. Martín, C. Alarcón de la Lastra, E. Marhuenda, B. Jiménez, "Etude préliminaire de l'activité antiinflammatoire de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter," *Annales pharmaceutiques françaises Masson*, vol. 46, no. 5, pp. 309-312, 1988.
- [150] M.a.j. Pascual-Villalobos, A. Robledo, "Anti-insect activity of plant extracts from the wild flora in southeastern Spain," *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 27, no.1, pp. 1-10, 1999.
- [151] J. Kattouf, M. Belmoukhtar, H. Harnafi, H. Mekhfi, A. Ziyat, M. Aziz, M. Bnouham, A. Legssyer, "Effet antihypertenseur des feuilles d'*Inula viscosa*," *Phytothérapie*, vol. 7, no.6, pp. 309-312, 2009.
- [152] V. Rimbau, C. Cerdan, R. Vila, J. Iglesias, "Antiinflammatory activity of some extracts from plants used in the traditional medicine of North-African countries (II)," *Phytotherapy Research*, vol. 13, no.2, pp. 128-132, 1999.
- [153] R. Talhouk, C. Karam, S. Fostok, W. El-Jouni, E. Barbour, "Anti-inflammatory bioactivities in plant extracts," *Journal of Medicinal Food*, vol. 10, no.1, pp. 1-10, 2007.
- [154] K. Gheffour, K. Boucherit, Z. Boucherit-Otmani, "Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits d'*Echinops spinosus*," *Phytothérapie*, pp. 1-7, 2015.
- [155] A.M. Giudici, M.C. Regente, L. de la Canal, "A potent antifungal protein from *Helianthus annuus* flowers is a trypsin inhibitor," *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 38, no.11, pp. 881-888, 2000.
- [156] S.B. Davenport, S.M. Gallego, M.P. Benavides, M.L. Tomaro, "Behaviour of antioxidant defense system in the adaptive response to salt stress in *Helianthus annuus* L. cells," *Plant Growth Regulation*, vol. 40, no.1, pp. 81-88, 2003.
- [157] S. Sankaranarayanan, P. Bama, M. Deccaraman, M. Vijayalakshimi, K. Murugesan, P. Kalaichelvan, P. Arumugam, "Isolation and characterization of bioactive and antibacterial compound from *Helianthus annuus* linn," *Indian journal of experimental biology*, vol. 46, no.12, pp. 831, 2008.
- [158] M.C. Baloglu, M. Kavas, G. Aydin, H.A. Öktem, A.M. Yücel, "Antioxidative and physiological responses of two sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under PEG-mediated drought stress," *Türk J Bot*, vol. 36, pp. 707-714, 2012.
- [159] S. Saini, S. Sharma, "Antidiabetic effect of *Helianthus annuus* L., seeds ethanolic extract in streptozotocinnicotinamide induced type 2 diabetes mellitus," *Int J Pharm Pharm Sci*, vol. 5, no.2, pp. 382-387, 2013.
- [160] S.N. Harsha, K.R. Anilakumar, "Anxiolytic property of hydro-alcohol extract of *Lactuca sativa* and its effect on behavioral activities of mice," *Journal of biomedical research*, vol. 27, no.1, pp. 37, 2013.
- [161] S. Harsha, K. Anilakumar, M. Mithila, "Antioxidant properties of *Lactuca sativa* leaf extract involved in the protection of biomolecules," *Biomedicine & Preventive Nutrition*, vol. 3, no.4, pp. 367-373, 2013.
- [162] H. Edziri, M. Smach, S. Ammar, M. Mahjoub, Z. Mighri, M. Aouni, M. Mastouri, "Antioxidant, antibacterial, and antiviral effects of *Lactuca sativa* extracts," *Industrial Crops and Products*, vol. 34, no.1, pp. 1182-1185, 2011.
- [163] A.S. Patel, N.C. Patel, M.H. Shah, V.N. Shah, "Evaluation of anti-inflammatory activity of fruits of *Trapa natans* Linn," *Int J Pharm Res Dev*, vol. 3, no.6, pp. 97-102, 2011.
- [164] R. Yadava, J. Jharbade, "New antibacterial triterpenoid saponin from *Lactuca scariola*," *Fitoterapia*, vol. 79, no.4, pp. 245-249, 2008.
- [165] D.-K. Kim, "Antioxidative components from the aerial Parts of *Lactuca scariola* L," *Archives of pharmacal research*, vol. 24, no.5, pp. 427-430, 2001.
- [166] A.H. Al-Marzoqi, H.J. Hussein, N.M.S. Al-Khafaji, "Antibacterial Activity of the Crude Phenolic, Alkaloid and Terpenoid Compounds Extracts of *Lactuca scariola* L. on Human Pathogenic Bacteria," *Chemistry and Materials Research*, vol. 7, no.1, pp. 8-10, 2015.
- [167] E. Elsharkawy, M. Alshathly, M. Helal, "Anti-inflammatory and Chemical Composition of Two Plants Family Asteraceae Growing in Saudi Arabia," *J. Chem*, vol. 8, pp. 157-162, 2014.
- [168] N. Belboukhari, A. Cheriti, "Phytochemical investigation of the bioactive extract from *Launea arborescens*," *Pak. J. Biol. Sci*, vol. 9, no.15, pp. 2930-2932, 2006.
- [169] N. Boulouar, A. Marouf, A. Cheriti, N. Belboukhari, "Medicinal Plants Extracts as Source of Antifungal Agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*," *Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 14, no.3, pp. 659-669, 2012.
- [170] R. Jbilou, H. Amri, N. Bouayad, N. Ghailani, A. Ennabili, F. Sayah, "Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development, α -amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst)(Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae)," *Bioresource technology*, vol. 99, no.5, pp. 959-964, 2008.

- [171] M. Nivsarkar, M. Mukherjee, M. Patel, H. Padh, C. Bapu, "Launaea Nudicaulis leaf juice exhibits anti inflammatory action in acute and chronic inflammation models in rats," *Indian drugs*, vol. 39, no.5, pp. 290-292, 2002.
- [172] F. Mansoor, V. Sultana, S. Ehteshamul-Haque, "Enhancement of biocontrol potential of *Pseudomonas aeruginosa* and *Paecilomyces lilacinus* against root rot of mungbean by a medicinal plant *Launaea nudicaulis*," *Pak J Bot*, vol. 39, no.6, pp. 2113-2119, 2007.
- [173] J.A. Al-Mahrezi, J.N. Al-Sabahi, M.S. Akhtar, D. Selim, A. Mohammed, "Essential oil composition and antimicrobial screening of *Launaea nudicaulis* grown in Oman," *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, vol. 2, no.12, pp. 3166-3169, 2011.
- [174] S. Rashed, M. Ashraf, S. Bibi, R. Anjum, "Antibacterial and Antifungal Activities of *Launaea nudicaulis* (Roxb.) and *Launaea resedifolia* (Linn.)," *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 3, no.4, pp. 630-632, 2000.
- [175] M. Cemek, S. Kağa, N. Şimşek, M.E. Büyükokuroğlu, M. Konuk, "Antihyperglycemic and antioxidative potential of *Matricaria chamomilla* L. in streptozotocin-induced diabetic rats," *Journal of natural medicines*, vol. 62, no.3, pp. 284-293, 2008.
- [176] F. Macchioni, S. Perrucci, F. Cecchi, P. Cioni, I. Morelli, S. Pampiglione, "Acaricidal activity of aqueous extracts of camomile flowers, *Matricaria chamomilla*, against the mite *Psoroptes cuniculi*," *Medical and veterinary entomology*, vol. 18, no.2, pp. 205-207, 2004.
- [177] M.H.H. Roby, M.A. Sarhan, K.A.-H. Selim, K.I. Khalel, "Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)," *Industrial crops and products*, vol. 44, pp. 437-445, 2013.
- [178] A. Makhloufi, A. Moussaoui, H. Lazouni, "Antibacterial activities of essential oil and crude extracts from *Matricaria pubescens* (Desf.) growing wild in Bechar, South west of Algeria," *J. Med. Plants Res*, vol. 6, no.16, pp. 3124-3128, 2012.
- [179] H. Metrouh-Amir, C.M. Duarte, F. Maiza, "Solvent effect on total phenolic contents, antioxidant, and antibacterial activities of *Matricaria pubescens*," *Industrial Crops and Products*, vol. 67, pp. 249-256, 2015.
- [180] R.B. Mansour, B. Gargouri, M. Bouaziz, N. Elloumi, I.B. Jilani, Z. Ghrabi, S. Lassoued, "Antioxidant activity of ethanolic extract of inflorescence of *Ormenis Africana* in vitro and in cell cultures," *Lipids in health and disease*, vol. 10, no.1, pp. 78, 2011.
- [181] K. Derouiche, A. Zellagui, N. Gherraf, A. Bousetla, L. Dehimat, S. Rhouati, "Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils of *Santolina africana* flowers, endemic in Algeria," *Journal of BioScience & Biotechnology*, vol. 2, no.3, pp. 201-206, 2013.
- [182] N. Merghoub, L. Benbacer, S. Amzazi, H. Morjani, M. El-Mzibri, "Cytotoxic effect of some Moroccan medicinal plant extracts on human cervical cell lines," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 3, no.12, pp. 1045-1050, 2009.
- [183] E. Ioannou, A. Poiata, M. Hancianu, O. Tzakou, "Chemical composition and in vitro antimicrobial activity of the essential oils of flower heads and leaves of *Santolina rosmarinifolia* L. from Romania," *Natural product research*, vol. 21, no.1, pp. 18-23, 2007.
- [184] M. Nikolova, L. Evstatieva, T.D. Nguyen, "Screening of plant extracts for antioxidant properties," *Botanica Serbica*, vol. 35, no.1, pp. 43-48, 2011.
- [185] S. Chibani, C. Bensouici, A. Kabouche, Z. Kabouche, M. Al-Dabbas, T. Aburjai, "Flavonoids and antioxidant activity of *Santolina rosmarinifolia* from Algeria," *Chemistry of Natural Compounds*, vol. 48, no.5, pp. 877-878, 2012.
- [186] N.E. Kirimer, Z. Tunalier, B.K. Can, I. Cingi, "Antispasmodic and spasmogenic effects of *Scolymus hispanicus* and taraxasteryl acetate on isolated ileum preparation," *Planta medica*, vol. 63, no.6, pp. 556-558, 1997.
- [187] K. Alpınar, M. Oezyuerek, U. Kolak, K. Gueclue, Ç. ARAS, M. Altun, S. Esin ÇELİK, K. Işıl BERKER, B. BEKTAŞOĞLU, R. APAK, "Antioxidant capacities of some food plants wildy grown in Ayvalik of Turkey," *Food science and technology research*, vol. 15, no.1, pp. 59-64, 2009.
- [188] M.R. Loizzo, G.A. Statti, R. Tundis, F. Conforti, M. Bonesi, G. Autelitano, P.J. Houghton, A. Miljkovic-Brake, F. Menichini, "Antibacterial and antifungal activity of *Senecio inaequidens* DC. and *Senecio vulgaris* L.," *Phytotherapy research*, vol. 18, no.9, pp. 777-779, 2004.
- [189] J. Yin, G.-J. Kwon, M.-H. Wang, "The antioxidant and cytotoxic activities of *Sonchus oleraceus* L. extracts," *Nutrition research and Practice*, vol. 1, no.3, pp. 189-194, 2007.
- [190] A. McDowell, S. Thompson, M. Stark, Z.Q. Ou, K.S. Gould, "Antioxidant activity of puha (*Sonchus oleraceus* L.) as assessed by the cellular antioxidant activity (CAA) assay," *Phytotherapy Research*, vol. 25, no.12, pp. 1876-1882, 2011.
- [191] F.C. Vilela, R. Soncini, A. Giusti-Paiva, "Anxiolytic-like effect of *Sonchus oleraceus* L. in mice," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 124, no.2, pp. 325-327, 2009.
- [192] F.C. Vilela, A.D. Bitencourt, L.D. Cabral, L.S. Franqui, R. Soncini, A. Giusti-Paiva, "Anti-inflammatory and antipyretic effects of *Sonchus oleraceus* in rats," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 127, no.3, pp. 737-741, 2010.

- [193] F.C. Vilela, M. de Mesquita Padilha, L. dos Santos-e-Silva, G. Alves-da-Silva, A. Giusti-Paiva, "Evaluation of the antinociceptive activity of extracts of *Sonchus oleraceus* L. in mice," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 124, no.2, pp. 306-310, 2009.
- [194] C.M. Teugwa, P.C. Mejiato, D. Zofou, B.T. Tchinda, F.F. Boyom, "Antioxidant and antidiabetic profiles of two African medicinal plants: *Picralima nitida* (Apocynaceae) and *Sonchus oleraceus* (Asteraceae)," *BMC complementary and alternative medicine*, vol. 13, no.1, pp. 175, 2013.
- [195] Z.Q. Ou, D.M. Schmierer, T. Rades, L. Larsen, A. McDowell, "Application of an online post-column derivatization HPLC-DPPH assay to detect compounds responsible for antioxidant activity in *Sonchus oleraceus* L. leaf extracts," *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol. 65, no., pp. 271-279, 2013.
- [196] H.-J. Jeon, H.-J. Kang, H.-J. Jung, Y.-S. Kang, C.-J. Lim, Y.-M. Kim, E.-H. Park, "Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*," *Journal of ethnopharmacology*, vol. 115, no.1, pp. 82-88, 2008.
- [197] Y.-J. Koh, D.-S. Cha, J.-S. Ko, H.-J. Park, H.-D. Choi, "Anti-inflammatory effect of *Taraxacum officinale* leaves on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in RAW 264.7 cells," *Journal of medicinal food*, vol. 13, no.4, pp. 870-878, 2010.
- [198] Y. You, S. Yoo, H.-G. Yoon, J. Park, Y.-H. Lee, S. Kim, K.-T. Oh, J. Lee, H.-Y. Cho, W. Jun, "In vitro and in vivo hepatoprotective effects of the aqueous extract from *Taraxacum officinale* (dandelion) root against alcohol-induced oxidative stress," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 48, no.6, pp. 1632-1637, 2010.
- [199] C. Hu, D.D. Kitts, "Antioxidant, prooxidant, and cytotoxic activities of solvent-fractionated dandelion (*Taraxacum officinale*) flower extracts in vitro," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 51, no.1, pp. 301-310, 2003.
- [200] D. Colle, L.P. Arantes, P. Gubert, S.C.A. da Luz, M.L. Athayde, J.B. Teixeira Rocha, F.A.A. Soares, "Antioxidant properties of *Taraxacum officinale* leaf extract are involved in the protective effect against hepatotoxicity induced by acetaminophen in mice," *Journal of medicinal food*, vol. 15, no.6, pp. 549-556, 2012.
- [201] S.C. Sigstedt, C.J. Hooten, M.C. Callewaert, A.R. Jenkins, A.E. Romero, M.J. Pullin, A. Kornienko, T.K. Lowrey, S.V. Slambrouck, W.F. Steelant, "Evaluation of aqueous extracts of *Taraxacum officinale* on growth and invasion of breast and prostate cancer cells," *International journal of oncology*, vol. 32, no.5, pp. 1085-1090, 2008.
- [202] C. Di Giorgio, L. Boyer, M. De Meo, C. Laurant, R. Elias, E. Ollivier, "In vitro and in vivo antimutagenic effects of DIG, a herbal preparation of *Berberis vulgaris*, *Taraxacum officinale* and *Arctium lappa*, against mitomycin C," *Journal of natural medicines*, vol.69, no.3, pp. 267-277, 2015.
- [203] B. García-Carrasco, R. Fernandez-Dacosta, A. Dávalos, J.M. Ordovás, A. Rodriguez-Casado, "In vitro Hypolipidemic and Antioxidant Effects of Leaf and Root Extracts of *Taraxacum Officinale*," *Medical Sciences*, vol. 3, no.2, pp. 38-54, 2015.
- [204] K. Sellam, M. Ramchoun, C. Alem, F. Khallouki, B. El Moualij, L. El Rhaffari, "Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Warionia saharae* from oases of Morocco," *Gas Chromatography-Biochemicals, Narcotics and Essential Oils*, pp. 213-220, 2012.
- [205] M. Znini, G. Cristofari, L. Majidi, A. El Harrak, J. Paolini, J. Costa, "In vitro antifungal activity and chemical composition of *Warionia saharae* essential oil against 3 apple phytopathogenic fungi," *Food Science and Biotechnology*, vol. 22, no.1, pp. 113-119, 2013.

ANNEXE 1 : LES ESPÈCES D'ASTÉRACÉES RECENSÉES DANS LA RÉGION DE MEKNÈS-TAFILALET ET LEURS USAGES THÉRAPEUTIQUES

Nom scientifique	Nom commun	Partie utilisée (*)	Mode de prép. (**)	Indication (***)	N. Cita.	F. (%)	Données bibliographiques sur les activités biologiques
<i>Achillea milifolium</i> L.	El khala Akila	Fr., F., Pa.	Déc., Inf.	Aff. M; Aff. D; Aff. AD	7	2.0	Antispermatozoogènes [70] ; Antibactérienne et Antioxydante [71] ; Anti-inflammatoire [72] ; Antispasmodiques [73] ; Anti-proliférative [74] ; Vasoprotectrice et Cardioprotectrice [75].
<i>Achillea odorata</i> L.	Korte	F.	Déc.	Aff. M	3	0.9	Antioxydante and cytotoxique [76] ; Antibactérienne [77].
<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Coss.	Tignest/Tigundst	Ra.	Déc., Po.	Aff. OA; Aff. BD; Aff. UG	40	11.6	Androgénique [78] ; Antibactérienne [79] ; Anti diabétique [80] ; Antioxydante [81] ; Aphrodisiaque [82].
<i>Anthemis stiparum</i> Pomel	Babounj	F.	Inf., Déc., Cat.	Aff. TD; Aff. OA; Inf. P	4	1.2	NC
<i>Anvillea radiata</i> Coss & Dur.	Ajri/Gijou/ N'goud	F, Pa, Ra	Déc., Inf.	Aff. M; Aff. UG; Aff. G	7	2.0	Antioxydante, Antidiabétique et Cardioprotectrice [83] ; Antifongique [84] ; Antibactérienne [85].
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Chiba	Pa, F	Déc., Cat., Inf.	Aff. M; MV; Aff. CV	11	3.2	Antifongique et antibactérienne [86] ; Acaricide [87] ; Analgésique et Anti-inflammatoire [88] ; Antiparasitaire [89] ; Antidépresseur et Antioxydante [90].
<i>Artemisia campestris</i> L.	Allal	Pa, F	Déc., Inf.	Aff. M; Aff. TD; Aff. R	8	2.3	Antioxydante et Anti-tumorale [91] ; Antimicrobienne [92]
<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Chih/Izri/Ifssi	Pa, F, Pae	Déc., Cat., Po.	Aff. M; Aff. BD; Aff. TD	11	3.2	Antidiabétique [93] ; Antioxydante [94] ; Antimicrobienne [95] ; Anticancéreuse [96] ; Insecticide [97], [98].
<i>Artemisia mesatlantica</i> Maire	Chih/Ifsi/Fessi	Pae, F	Déc., Po.	Aff. M; Aff. TD	3	0.9	Antimicrobienne [99].
<i>Artemisia reptans</i> Chr. Sm	Chihiya	F	Déc.	Aff. M	1	0.3	NC
<i>Asteriscus graveolens</i> Forsk.	NougD/Tafss	F, Ra, Pae	Déc., Inf., Cat.	Aff. M; Aff. TD; Aff. BD	6	1.7	Antifongique [100].
<i>Atractylis cancellata</i> L.	Najma	Pae, Pan	Cat., Cr.	Aff. D	3	0.9	NC
<i>Atractylis flava</i> Desf.	Tiskra	Ra, T	Déc.	Aff. UG ; Aff. CV	3	0.9	Antimicrobienne [101] ; Antifongique [102].
<i>Atractylis gummifera</i> L.	Dad/dlagh/ Adad	F, Ra, Pae	Déc., Po., Cat.	Aff. UG; Aff. D; Aff. BD	18	5.2	NC
<i>Bellis perennis</i> L.	Ghedala, Zhar Rbiaae	Pan, Pae	Déc.	Aff. CV	2	0.6	Antimicrobienne [103] ; Antioxydante [104] ; Anti-hyperlipidémique [105] ; Antifongique [106].
<i>Calendula aegyptiaca</i> Desf.	Hmer Erras/Jemra	Pae	Mac.	Aff. D	1	0.3	NC
<i>Calendula officinalis</i> L.	Jemra	F, Fr, Pa	Déc., Cat., Cr.	Aff. TD; Aff. R; Aff. D	18	5.2	Antimicrobienne [107, 108] ; Antiglycation et Antioxydante [109] ; Anti-inflammatoire [110] ; Anticancéreuse [111] ; Anti-angiogénique [112] ; Antidiabétique [113].
<i>Carduncellus</i>	Grne Ijddi/	F, Pa	Déc., Inf.	Aff. TD; Aff. D	2	0.6	NC

<i>pinnatus</i> Desf.							
<i>Carthamus fruticosus</i> L.	Laasfour	F, Fr	Cat.	Aff. D	2	0.6	NC
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Zaâfour/ L'âasfour	F, G, Pen	Déc., Cr., Inf. ; HV.	Aff. CV; Aff. D; Aff. OA	7	2.0	Anti-ischémique [114] ; Antinociceptive et Anti-inflammatoire [115] ; Anti-adipogénique [116] ; Antidiabétique [117] ; Antibactérienne [118] ; Antithrombotiques [119] ; Hépatoprotecteur et Hypolipidémique [120].
<i>Centaurea pungens</i> Pomel	Bouneggir	Pa	Déc., Cat.	Aff. R; Aff. SN	2	0.6	NC
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.	Aim elkate, Babounj	F, Pa, Fr	Inf., Déc.	Aff. TD; Aff. M; Aff. SN	13	3.8	Antidiabétique [121] ; Anti-inflammatoire [122] ; Hypotensive [123] ; Antibactérienne et Antioxydante [124] ; Antiprolifératives [125].
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	El Okhouane/ L'gentus	F, Pa	Déc., Po., Inf.	Aff. TD; Aff. AD; Aff. SN	5	1.5	Antibactérienne et Antioxydante [126], [127] ; Anti hypercholestérolémique et Antidiabétique [128] ; Larvicide [129].
<i>Cichorium intybus</i> L.	Bouaggad/ Timerzuga	R, Pa	Déc., Inf.	Aff. TD; Aff. M; Aff. SN	3	0.9	Antibactérienne [130] ; Antidiabétique [131] ; Antioxydante [132] ; Hépatoprotecteur [133] ; Antipaludique [134].
<i>Cotula cinerea</i> Del.	L-guertofa	F, Pa	Déc., Cat., Inf.	Aff. TD; Aff. R; Aff. SN	7	2.0	Antibactérienne [135] ; Anti-candida [136] ; Antioxydante [137] ; Antifongique [138].
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Khourchouf	R, T, F	Déc.	Aff. M; Aff. CV; Aff. BD	8	2.3	Antiprolifératives et Antioxydante [139, 140] ; Antinociceptive et Anti-inflammatoire [141].
<i>Cynara scolymus</i> L.	Qrniaa/ Amazzûgh	F, Pa	Déc., Cr., Inf.	Aff. R; Aff. CV; Aff. AD	4	1.2	Antidiabétique [142] ; Antioxydante [143] ; Antibactérienne [144] ; Hypolipidémique [145].
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Terrahla/ Magraman	F, Pen, Pa, Ft	Déc., Cat., Inf.	Aff. CV; Aff. R; Aff. D	26	7.6	Antibactérienne [146] ; Antivirale [147] ; Antifongique [148] ; Anti-inflammatoire [149] ; Anti Insectes [150] ; Antihypertenseur [151].
<i>Echinops spinosus</i> L.	Tassekra/ chouk al-hmar	F, R, Pa	Déc., Inf.	Aff. UG; Aff. CV; Aff. TD	18	5.2	Anti-inflammatoire [152], [153] ; Antioxydante [154]
<i>Helianthus annuus</i> L.	Nouarat chms, Bayaa chms	F, R, G	Po., Déc.	Aff. CV; Aff. TD; Aff. M	7	2.0	Antifongique [155], [156] ; Antibactérienne [157] ; Antioxydante [158] ; Antidiabétique [159].
<i>Hertia maroccana</i> (Batt.) Maire	Talzazte	F	Inf.	Aff. TD; Aff. O; Inf. P	3	0.9	NC
<i>Lactuca sativa</i> L.	Khouss	F, Pa	Cr., Cat., Déc.	Aff. M; MV; Aff. CV	7	2.0	Anxiolytique [160] ; Antioxydante [161] ; Antibactérienne et Antivirale [162].
<i>Lactuca scariola</i> L.	Khouss	F, Pa	Déc., Inf.	Aff. CV	2	0.6	Anti-inflammatoire [163] ; Antibactérienne [164] ; Antioxydante [165].
<i>Lactuca virosa</i> L.	Lbeyna	Pa	Lat.	Inf. P	2	0.6	Antibactérienne [166] ; Anti-inflammatoire [167].
<i>Launea arborescens</i> (Batt.) Maire	Sekkûm/M- lbeyna	T, F, Ré	Lat., Déc., Inf.	Aff. CV; Aff. D; Aff. M	10	2.9	Antibactérienne et Antifongique [168], [169] ; Insecticide [170].
<i>Launea nudicaulis</i> (L.) Hook.	Agourram/ lfengri	F, T, Pa	Cru., Mac.	Aff. TD	4	1.2	Anti-inflammatoire [171] ; Antibactérienne [172], [173] ;

							Antifongique [174].
Matricaria chamomilla L.	Babounj	F, Pa	Déc., Inf.	Aff. TD; Aff. CV; Aff. UG	8	2.3	Antidiabétique et Antioxydante [175]; Acaricide [176]; Antimicrobienne [177].
Matricaria pubescens L.	Babounj	F, Pa	Déc., Inf.	Aff. BD; Aff. OA; Aff. R	6	1.7	Antibactérienne [178]; Antioxydante [179].
Ormenis africana Jord. & Four	Îrzgi/gartôfa	F, Pa	Déc., Mac.	Aff. SN; Aff. D; Aff. M	5	1.5	Antioxydante [180]; Antimicrobienne [181].
Ormenis eriolepis Coss.	L'guertofa/ Irzgui/Iltzgh	F, Pa	Déc.	Aff. TD; Aff. OA	5	1.5	Cytotoxique [182].
Ormenis scariosa (Ball) Litard. & Maire	Ghartoufa / Irezgui	Pa	Déc.	Aff. TD; Aff. SN	2	0.6	NC
Santolina rosmarinifolia L.	Ouezouaza	Pa, F, Fr	Déc., Inf., Cat.	Aff. SN; Aff. TD; Aff. D	11	3.2	Antimicrobienne [183]; Antioxydante [184], [185].
Scolymus hispanicus L.	L-gernina	T, Pa	Déc.	Aff. CV; Aff. M; Aff. SN	3	0.9	Antispasmodique [186]; Antioxydante [187].
Senecio vulgaris L.	El Aachba salma	F, Pa	Déc., Inf.,	Aff. CV; Aff. TD; Aff. D	9	2.6	Antibactérienne et Antifongique [188].
Sonchus oleraceus L.	Tfaf, Wagerin	Pen, F	Po., Cr.	Aff. D; Aff. TD	5	1.5	Antioxydante et Cytotoxique [189], [190]; Anxiolytiques [191]; Anti-inflammatoire et Antipyrétique [192]; Antinociceptive [193]; Antidiabétique [194].
Sonchus tenerrimus L.	Tifâf	Pen, F	Déc.	Aff. M	1	0.3	Antioxydante [195].
Taraxacum officinale L.	Garnina/ Chlada/ Handaba	F, R, Pa	Cr., Déc., Po.	Aff. CV; Aff. TD; Aff. M	4	1.2	Anti-inflammatoire [196], [197]; hépatoprotecteur [198]; Antioxydante [199], [200]; Anti cancéreuse [201]; Anti-mutagène [202]; Hypolipidémique [203].
Warionia saharae Benth & Coss.	Afssasse	F, Pa	Déc., Cat.	Aff. OA; Aff. SN; Aff. CV	7	2.0	Antioxydante et Antibactérienne [204]; Antifongique [205].
				Total observations	344	100%	

N. Cita : Nombre de citations ; F. Fréquence ; NC : Non cité ; Prépa. : Préparation

(*) Pae : Partie aérienne ; F : Feuilles ; Fr : Fleurs ; Pa : Plante entière ; R : Racine ; Pen : Plante entière ; T : Tige ; G : Graine ; Ré : Résine ; Ft : Fruits ; HV. Huile végétale

(**) Inf. : Infusion ; Déc. : Décoction ; Po. : poudre ; Mac. : Macération ; Cat. : Cataplasme ; Cr. : Cru ; Lat. : Latex

(***) Aff. BD : Affections bucco-dentaires ; Aff. CV : Affections cardio-vasculaires ; Aff. G : Affections des glandes ; Aff. TD : Affections du tube digestif ; Aff. D : Affections dermatologiques ; Aff. M : Affections métaboliques ; Aff. OA : Affections ostéo-articulaires ; Aff. R : Affections respiratoires ; Aff. UG : Affections uro-génitales ; Aff. AD : Annexes du tube digestif ; Aff. O : Affections liées à l'ophtalmologie ; MV : Les morsures venimeuses ; Inf. P : Infections par les parasites internes et externes ; Aff. SN : Affections du système nerveux central et périphérique ;

ANNEXE 2 : LISTE DES PLANTES MEDICINALES SPONTANÉES APPARTENANT A LA FAMILLE DES ASTERACEES DANS LA REGION DE
MEKNES-TAFILALET



Achillea milifolium L.



Achillea odorata L.



Anacyclus pyrethrum (L.) Coss.



Anthemis stiparum Pomel



Anvillea radiata Coss & Dur.



Artemisia absinthium L. (www.teline.fr)



Artemisia campestris L.
(www.sahara-nature.com)



Artemisia herba alba Asso.



Artemisia mesatlantica Maire
(www.teline.fr)



Artemisia reptans Chr. Sm
(www.teline.fr)



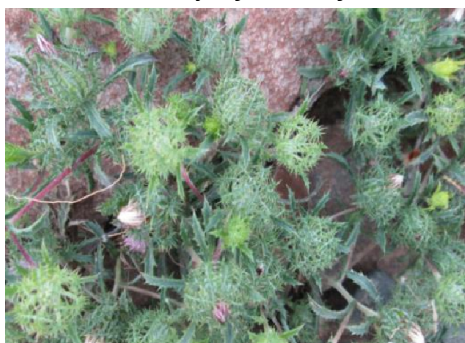
Asteriscus graveolens Forsk.



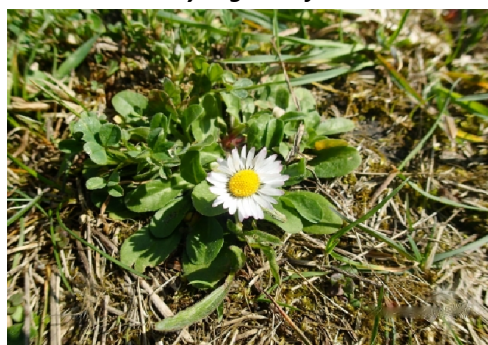
Atractylis flava Desf.



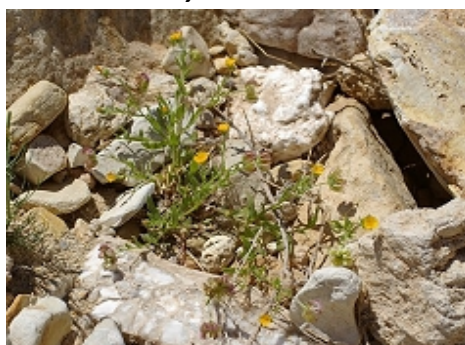
Atractylis gummifera L.



Atractylis cancellata L.



Bellis perennis L.



Calendula aegyptiaca Desf.
(www.sahara-nature.com)



Calendula officinalis L.



Carduncellus pinnatus Desf.



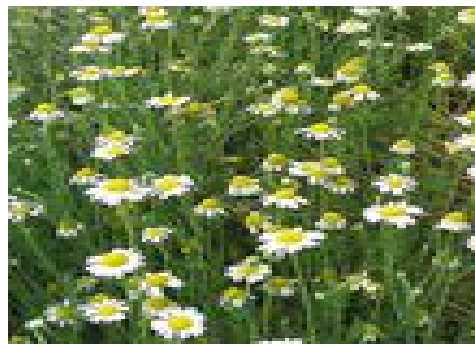
Carthamus fruticosus Maire



Carthamus tinctorius L.



Centaurea pungens Pomel



Chamaemelum nobile (L.) All.



Chrysanthemum coronarium L.
(www.tela-botanica.org)



Cichorium intybus L



Cotula cinerea Del.



Cynara cardunculus L.



Cynara scolymus L.



Dittrichia viscosa (L.) Greuter



Echinops spinosus L.



Helianthus annuus L.



Hertia maroccana (Batt.) Maire



Lactuca sativa L.



Lactuca scariola L.
(www.bonnier.flora-electronica.com)



Lactuca virosa L.



Launea arborescens (Batt.) Maire



Launea nudicaulis (L.) Hook.



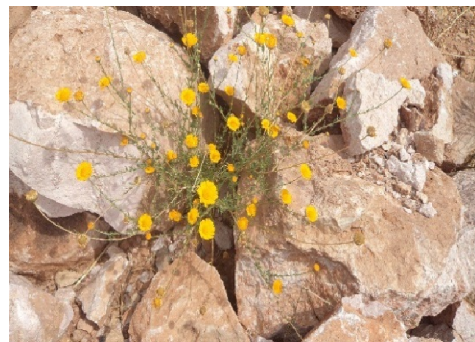
Matricaria chamomilla L.
(www.tela-botanica.org)



Matricaria pubescens L.



Ormenis africana Jord. & Four



Ormenis eriolepis Coss.



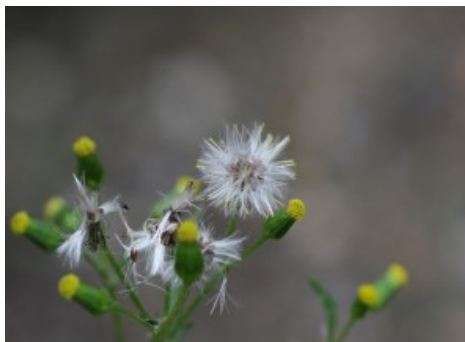
Ormenis scariosa (Ball) Litard. & Maire



Santolina rosmarinifolia L.



Scolymus hispanicus L.



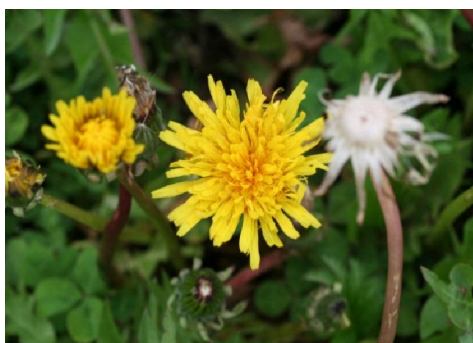
Senecio vulgaris L.



Sonchus oleraceus L.



Sonchus tenerrimus L.
(www.fleursdusud.fr)



Taraxacum officinale L.
(www.florelaurentienne.com)



Warionia saharae Benth & Coss.

Remarque : La pluparts des photos ont été prise par les membres de l'équipe microbiologie du sol et de l'environnement.

أهمية الوسائل التعليمية في المدرسة المغربية

[The important of teaching aids in the Moroccan school]

MOHAMED CHAKRANE

Ph.D Narratology,
University Hassan II,
Faculty of Arts & Humain Sciences,
Casablanca, Morocco

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

ABSTRACT: The choice of educational media is associated with its important role and its great position in during lessons and education in general, and what it will bring to the heart of the educational process teaching / learning and that the selection of educational methods depends on its specifications, nature and function or role and the objectives that the teacher wants to reach by using these methods.

In addition to the objectives and aims of the article, which cover some mechanisms that updates Arabic Language, and make a living familiar to the student, and that's according to the skills of the teacher and to his competence and ability to deliver knowledge to students with simple ways and overcome several problems such as student's skill weaknesses, when teacher fails at the development of student skills, and when the textbook fails also at meeting the suggested competencies and the desired skills by investing some of the mechanisms and motivational tools (teaching aids), and treating some didactic problems either in lesson plans or technical tools.

ملخص: إن اختيار الوسائط التعليمية مقترن ومشروط بدورها الطلائعي وبالمكانة الخاصة والحيز الكبير الذي تشغله من الدرس أو النشاط التعليمي، وما ستأتي به في قلب العملية التعليمية/التعلمية و أن انتقاء الوسائل التعليمية مرهون بمواصفاتها وطبيعتها والوظيفة أو الدور الذي تضطلع به وبالهدف الذي ينشده المدرس من وراء توظيفها ومن خلال الاستعانة بها. بالإضافة إلى الأهداف والمرامي التي يهدف إليها المقال والتي تكمن في الإحاطة بمجموعة من الآليات التي تحين مادة اللغة العربية، و تجعلها مادة حية مألوفة في عالم التلميذ، وذلك انطلاقاً من مهارة المدرس وكفاءته وقدرته على توصيل المعارف إلى التلاميذ بسبل وطرق بسيطة، و تجاوز جملة من المشاكل مثل: ضعف مهارات التلميذ وعدم توفيق الأستاذ في تنمية مهارات التلميذ، وضعف الكتاب المدرسي في توجيه الخطاب الذي يحقق المهارات المنشودة و ذلك باستثمار بعض الآليات و الأدوات التحفيزية(المعينات الديداكتيكية)، و معالجة بعض المشاكل الديداكتيكية سواء على مستوى الجدارة أو الأدوات التقنية.

الكلمات الدلالية: الوسائط التعليمية، مدرس، مادة اللغة العربية، التلميذ.

1 تقديم

عرفت العملية التعليمية زخما هائلا في العصر الحالي، وقد كان وراء هذا التطور مجموعة من العوامل الاجتماعية، الإقتصادية والمعرفية التي أثرت بشكل ملحوظ في التعليم وطرأ عليه وأساليبه وأدواته، فقد أصبح الاعتماد في أي نظام تعليمي على الوسائل والدعامات التي أصبحت ضرورة من ضرورات إنجاح النظم التربوية، إذ أصبحت جزءا من منظومتها، وقد احتلت الوسائل التعليمية مكانة هامة في مختلف البيداغوجيات ومقاربات التدريس، كمقارباتي التدريس بالأهداف والكفايات، هذه الأخيرة التي تجعل منها محور عملها، نظرا لأهميتها في جعل المتعلم مركزا ومحورا للعملية التعليمية التعليمية¹، وهو ما يؤكد الميثاق الوطني للتربية والتكوين بالمغرب، انطلاقا من مادته السادسة، إلى أهمية الوسائل التعليمية والمعينات البيداغوجية في المدرسة المغربية².

جاءت أهمية الانشغال بتطوير الوسائل والتقنيات التعليمية التعليمية، كمحاولة لاسترجاع بريق المدرسة والثقة فيها، وكلما تطورت تلك الوسائل، كبر هاجس التفكير في تطوير الوسائل التعليمية التعليمية، وأمام هذه النظرة يطرح التساؤل عن مفهوم الوسائل التعليمية وأصنافها وأهمية توظيفها، والأسس النفسية والتربوية لاستخدامها³.

2 الوسائل التعليمية

تعرض مجموعة من الدراسات تعاريف متعددة للوسائل التعليمية، وقد اخترنا منها التعريفان الآتيان:

الوسيلة لغة ما يتوصل به الإنسان إلى شيء أو يتقرب به إلى غيره، والوسائل التعليمية هي كل ما يستعين به المدرس على إيصال المادة العلمية وسائر المعارف والقيم إلى أذهان الطلاب وتوضيحها، وتختلف أسماؤها من بلد إلى بلد ومن زمن لآخر، فتسمى وسائل الإيضاح لأنها تهدف إلى إيضاح المعلومات والأفكار وإزالة الغموض في الإدراك، وكان هذا الاسم رائجا على السنة المدرسين، وتسمى أيضا الوسائل المعينة أو معينات التعلم، لأنها تعين المدرس على إيضاح الدرس وتحقيق الأهداف، وتعين الطالب على فهم ذلك وقبوله، وتسمى أيضا الوسائل التعليمية لأنها جزء لا يتجزأ من عملية التعليم، وهذا الاسم هو الأكثر رواجا اليوم⁴.

يقصد بالوسائل التعليمية جميع أنواع الوسائل التي تستخدم في العملية التعليمية لتسهيل اكتساب المفاهيم والمعارف والمهارات، وخلق المناخ الملائم لتنمية المواقف والاتجاهات وغرس القيم.

فالوسائل التعليمية هي كل ما يعين المدرس على تطوير منهجية عمله، والزيادة في مردودية التربية، وكل ما يعين المتعلمين على إثراء خبرتهم وعقلنة أساليب تعلمهم، وهي تضم الكتب المدرسية والصورات بأنواعها والنماذج والعينات والمجسمات والخرائط واللوحات الحائطية والشرائح (الشفافات) وأجهزة الإسقاط الخلفي وأجهزة الإسكوب، والأفلام

والراديو والتلفاز و أشرطة الكاسيت وأشرطة الفيديو، كما يمكن اعتبار تجهيزات حجرة الدراسة والحديقة المدرسية والبيئة المحلية من الوسائل التعليمية⁵.

وبعد عرض التعريفين يمكننا استخلاص مجموعة من الحقائق والمعطيات:

- طورت الوسائل التعليمية تسميتها حسب دورها في عملية التعليم وموقعها في عملية التدريس، وهكذا تحول إسمها من وسائل الإيضاح إلى معينات التعلم، إلى الوسائل السمعية البصرية إلى الوسائل التعليمية.
- أصبح ينظر إلى الوسائل التعليمية حاليا باعتبارها جزء لا يتجزأ من عملية التدريس ومكونا أساسيا من مكونات عملية التعليم والتعلم.
- يتسم مصطلح الوسائل التعليمية باستعاب كل الوسائط التي تساهم في تحقيق أهداف التعلم، وتساعد المدرس على تطوير عمله، ويتعلق الأمر بالكتاب المدرسي والصور والصور والخريطة والرسومات والنماذج والعينات، ومختلف الوسائل التكنولوجية المعاصرة كآلة التسجيل والأشرطة والحاسوب والتلفاز، وغير ذلك من أنواع الوسائط.

- تؤدي الوسائل التعليمية - حسب ما جاء في التعريفين - مجموعة من الوظائف بالنسبة للمدرس والمتعلم:

- ✓ تسهيل اكتساب المفاهيم والمعارف والمهارات.
- ✓ توفير السياق الملائم لتنمية المواقف والاتجاهات وغرس القيم.
- ✓ إعانة المدرس على تطوير منهجية عمله.
- ✓ إعانته على الزيادة في مردوديته التربوية.
- ✓ إعانة المتعلمين على إثراء خبراتهم وعقلنة أساليب تعلمهم.

يرصد الباحثون للوسائل التعليمية العديد من المهام والفوائد والخدمات ومن ذلك⁶:

- أن الوسائل التعليمية "تجذب اهتمام الطالب وتشد انتباهه إلى الدرس، وتثير شوقه إلى المعرفة والرغبة في التعلم، وتنمي فيه حب الاستطلاع بتغيير مستويات الدرس وطريقته لما يرى فيه من ألوان جديدة.
- تزيد في فعالية الطالب وتعين على مراعاة الفوارق الفردية لأن تنوع الوسائل يساعد في تقديم خبرات متنوعة تتناسب مع حاجات الطلاب وميولهم واستعداداتهم المختلفة".

¹ - شيشوب أحمد: مدخل إلى الديداكتيك، دفاثر في التربية عدد 4 الرباط يونيو، ط 1997.

² - الميثاق الوطني للتربية والتكوين وزارة التربية الوطنية. الرباط - الفقرة 108.

³ - www.khayma.com/education-technology/wl.ht/com

⁴ - عبد السلام عبد الوهاب طويلة (بمؤلفه التربية الإسلامية وفن التدريس، دار النشر الطبعة 1225 ص 64-65-66)

⁵ - أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية، مجلة علوم التربية ط 2006، الرباط.

⁶ - طاهر سعد الله، علاقة على التفكير الإبتكاري بالتحصيل الدراسي ط 2008، دار الطبع - بيروت، ص 29.

ونستخلص مما تقدم أن للوسائل التعليمية أثرا إيجابيا وحسنا بالنسبة للمدرس، وذلك يتجلى في مساعدته على تحقيق أهداف التعلم سواء تعلق الأمر بالمعارف أو المهارات أو القيم والمواقف، كما يتجلى كذلك في أن الوسائل التعليمية تطور أساليب تدريسه وتحرره من الأساليب اللفظية، وتخفف عليه الجهد والأتعاب.

كما أن الوسائل التعليمية تقدم العديد من الخدمات للتلاميذ، ومن أهمها: إثارة شوقهم، ومساعدتهم على اكتساب أهداف الدروس وترسيخ الحصيلة وحسن تطبيقها، واعتماد المنهج العلمي في التعلم وإنصاف المتعلمين عن طريق تنويع الوسائل التعليمية التي تخدم الفروق الفردية⁷.

3 تصنيف الوسائل التعليمية وصفاتها

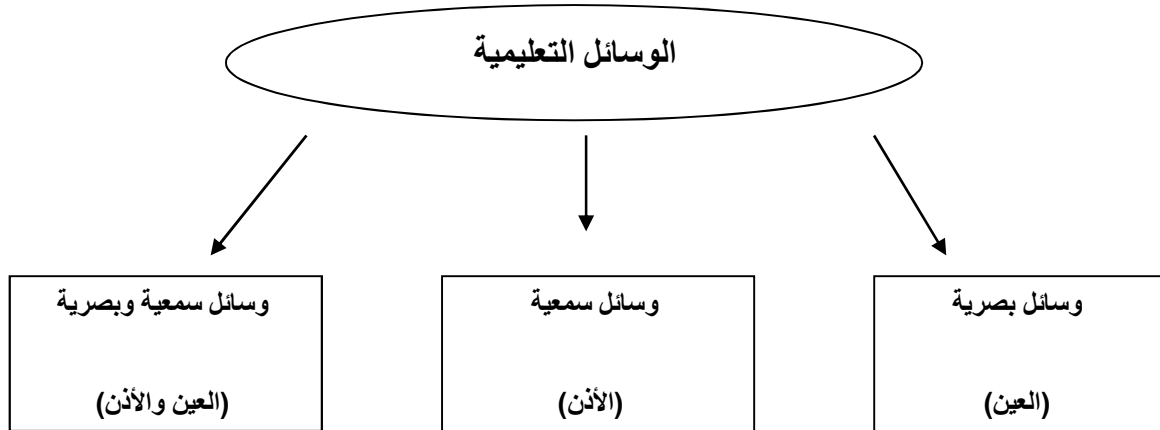
تعددت التسميات المختلفة للوسائل التعليمية في المراجع المتعلقة بالتربية، وعلى سبيل الذكر⁸:

- ✓ الوسائل السمعية -التعليم البصري.
- ✓ الوسائل المعينة على التدريس.
- ✓ معينات التدريس.
- ✓ الوسائل التعليمية والسمعية والبصرية.
- ✓ الوسائل السمعية والتعليم السمعي.
- ✓ الوسائل المعينة على الإدراك والمعينات الإدراكية.

ويرجع هذا التنوع في الأسماء إلى تعدد الدراسات والأبحاث، ولقد كانت خصوصية كل دراسة تفرض مجالا معينًا وتخضعه للدراسة، وبالتالي تعمل على إبراز جانب على حساب جوانب أخرى، ومن ثم نجد أن كل دارس يطلق عليه الاسم الذي يعكس الزاوية المدروسة.

3.1 التصنيف على أساس الحواس

تتنوع وتتعدد الوسائل التعليمية، وذلك ما يتضح جليا في معظم الدراسات المتخصصة في التربية، وقد قسمها المختصون إلى ثلاثة أنواع وذلك حسب الحواس التي تتصل بها وتخطبها، وهي على الشكل التالي⁹:



3.2 الوسائل البصرية

وهذا العنوان الجانبي، يشرح نفسه أي أنه يتضمن إشارة إلى نوع الحاسة المستخدمة وهي البصر أو العين، أي أنها وسائل تخاطب الفرد من خلال بصره، بمعنى: أن أي منحرف من حاسة البصر لا يستطيع التفاعل مع هذه الوسائل، ومن أمثلة هذا النوع من الوسائل:

*الصور المتحركة الصامتة،

*الصور الفوتوغرافية،

*الرسوم التوضيحية والخرائط، والمتاحف واللوحات...

البصر إذن " النافذة التي يطل منها الفرد على الوسائل من هذا النوع لإدراك ما تحتويه من معاني وأفكار،"¹⁰

⁷ نفس المرجع ص30

⁸ أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي ، ص885

⁹ أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية ، مجلة علوم التربية ط 2006 ، الرباط، ص55

¹⁰ نفس المرجع ص 56

3.3 الوسائل السمعية

تعد الأذن من الحواس التي يطل منها الفرد على العالم الذي يتواجد فيه، وهي تساعد على نجاح الموقف التعليمي، مما يؤدي إلى إنتاج جيد في العملية التعليمية، ولهذه الوسائل أمثلة نذكر منها:

الإذاعة بمختلف برامجها المدرسية، والتسجيلات الصوتية، وغيرها من الأمثلة فيمكن للفرد أن يتعلم الكثير من خلال الإستماع للبرامج الإذاعية بدون وجود معلم، أما إذا كان المدرس يساعد في الشرح والتفسير وتوجيه النقاش حول مادة هذا البرنامج، سيكون المتعلم أفضل¹¹.

3.4 الوسائل السمعية البصرية

يحتضن هذا الجانب مجموعة من المواد والأدوات حيث تعتمد أساسا على حاستين هما:

البصر والسمع، ومن أبرزها : الصورة المتحركة الناطقة، وتتمثل في الأفلام الإلكترونية والتلفزيون، وتشمل أيضا الصور عندما تكون متكاملة مع تسجيلات صوتية، وتجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد انفصال بين حواس الإنسان، أي أنه عندما يتواجد في وضعية معينة فهو يعتمد على كل حواسه ولا يقتصر على حاسة دون أخرى¹².

جدول توضيحي للوسائل التعليمية حسب الحواس¹⁴¹³

سمعية	بصرية	سمعية - بصرية	ملاحظات
- راديو	- نماذج	- أفلام سينمائية	إن تصنيف هذه الوسائل لا يعني الحسم، فالمكتوبة بصرية في ذات الوقت، والبصرية قد يكون لها صوت في مواقف معينة.
- أسطوانة	- شرائح	- أشرطة وثائقية	
- تسجيلات	- صور	- تلفاز	
- كاسيت	- رسوم	- أشرطة فيديو	
- حوار	- بيانات	- محركات كهربائية	
- سرد	- جداول	- تمثيلات	
- حديث	- ملصقات	- مسرحيات	
- خطاب	- تحف فنية		
- قراءة	- تلفاكس telefax		
- تلاوة	- انترنت Internet		
- ترنيل	- حاسوب		
- أصوات	- آلة حاسبة		

3.5 التصنيف باعتبار المستفيدين من الوسيلة

- يمكن تصنيف الوسائل التعليمية بالنظر إلى طبيعة المستفيدين منها إلى¹⁵:

وسائل جماهيرية

ونقصد بهذا الجانب، أن هذه الوسيلة يمكن أن تصل جميع الأفراد في نفس الوقت، وتتم الاستفادة في آن واحد، وأنها تكون موجهة إلى عدد كبير وغير محدود، ويتم ذلك "بغض النظر عن المكان الذي يوجد فيه الفرد والشرط الوحيد الذي يحدد عدد المستفيدين هي الإمكانيات المادية التي تمكن من تسخير هذه الوسيلة، ويتعلق الأمر هنا بالإمكانيات اللوجستية التي تتوفر عليها المدارس¹⁶.

وسائل جماعية

ويقتصر هذا النوع من الوسائل على تعليم مجموعة معينة من المتعلمين في مكان، ولا يمكن لأي فرد الاستفادة منها إلا إذا توفرت لديه شروط ذلك، أي التواجد في المكان والزمان اللذين تعرض فيه الوسيلة.

ومن أمثلة على ذلك : التسجيلات الصوتية، الأفلام المتحركة، والصور الشفافة والرسوم والخرائط....

¹¹ نفس المرجع ص57

¹² أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي ، ص887

¹³ -الدريج محمد . ماهي الديداكتيك ؟ ، مجلة التدريس ، كلية علوم التربية بالرباط العدد .7 ط2006

¹⁴ 2-أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية ، مجلة علوم التربية ط 2006 ، الرباط. ص84

¹⁵ أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي ، ص252

¹⁶ نفس المرجع ص253

وسائل فردية

تقتصر هذه الوسائل على الفرد وهي من الوسائل التعليمية التي يمكن الإستفادة منها بواسطة فرد في ظرف معين، كالصور والرسوم وغيرها¹⁷.

3.6 صفات الوسائل التعليمية

لم يعد استخدام الوسائل التعليمية في العملية التعليمية مجالاً للمناقشة أو التساؤل، وإنما أصبح مجال المناقشة أي ضبط قواعد اختيار هذه الوسائل من حيث صفاتها حتى تحقق كفاءة تامة وأداء أمثل، من الصفات الواردة، أن تكون :

- ✓ معالجة لموضوع أو فكرة ،
- ✓ متناسبة مع الوقت المخصص،
- ✓ سهولة المنال ،
- ✓ مثيرة للتفكير و محفزة للإبداع ،
- ✓ أن تثير تفكير المتعلمين وتحفزهم للإبداع والإبتكار،
- ✓ ملائمة لمستوى المتعلمين و ملائمة لظروف مجتمعهم ،
- ✓ مرتبطة بالهدف المراد تحقيقه ،
- ✓ مستنبطة للمواد المعروضة ،
- ✓ رابطة للخبرات السابقة بالخبرات الجديدة ،
- ✓ واضحة المعالم والكتابة والألوان ،
- ✓ متلائمة مع المكان الذي تعرض فيه.

4 قواعد وشروط استعمال الوسائل التعليمية

4.1 القواعد والشروط العامة لاستعمال الوسائل التعليمية

يقدم كتاب الوسائل التعليمية مرجع عملي للطور الأول من التعليم الأساسي مجموعة من القواعد والشروط المفيدة في حسن استخدام واستعمال الوسائل التعليمية، ونعرضها بإيجاز كما يلي¹⁸:

- التفكير في إدراج الوسائل التعليمية ضمن السياق الديداكتيكي أثناء التخطيط للحصة الدراسية، أي قبل شروع المعلم في التنفيذ الفوري للتدريس.
- ربط الوسيلة التعليمية بموضوع الدرس وبالأهداف المتوخى تحقيقها.
- العناية بانتقاء الوسيلة التعليمية الأكثر قابلية لتحقيق المفاهيم المراد تبليغها من طرف المعلم.
- الحرص على أن تكون الوسيلة التعليمية ملائمة في مضمونها للأهداف المسطرة للدرس ومستوى التلاميذ وظروف العمل، ومنسجمة مع طبيعة الموضوع المراد تدريسه، ومتنوعة ومتوازنة في توزيعها واستغلالها طيلة الحصة، وموضوعية في المعلومات أو المعارف التي تتناولها، ومتسمة بطابع علمي وتربوي، وحديثة في محتواها أي مواكبة لتطور المعارف وتجدهد المستمر.
- معاينة الوسيلة التعليمية ومناولتها من طرف المعلم، والتأكد من صحة معلوماتها ومدى صلاحيتها لموضوع الدرس.
- إن تدرج الوسيلة التعليمية في اللحظة البيداغوجية الملائمة لاستثمارها في الحصة الدراسية:
- إما في التمهيد للدرس أو لتقريب المفاهيم وترسيخ المعلومات أو طرح مشكلات التفكير، أو في نهاية الدرس لتلخيص العناصر الأساسية.
- أن يشرك المعلم تلاميذه إشراكاً فعالاً في ملاحظة وتحليل الوسائل التعليمية في حدود ما يمتلكه من إمكانيات.
- أن يخضع المعلم الوسيلة التعليمية للتقويم المستمر، لمعرفة مدى صلاحيتها وقابليتها للاستغلال وذلك في ضوء التطور المعرفي والتعديلات التي قد تطرأ على المنهاج، ومن القواعد العامة لاستعمال الوسائل¹⁹ التعليمية :
- الوضوح : أن تكون واضحة تتلاءم مع المضمون المراد تبليغه،
- التنوع : بأن يتحاشى المدرس استخدام نوع واحد من الوسائل التعليمية بكثرة واستمرارها حتى لا يدعو لسأم التلاميذ ونفورهم،
- تحديد الأهداف : أن يعرف المدرس الدور أو الأدوار التي ستؤديها الوسيلة في العملية التعليمية.

¹⁷ نفس المرجع ص253

¹⁸ -الوسائل التعليمية وطرق استعمالها ، الدكتور خير علي عثمان ، اليونسكو في العلوم الإجتماعية ، دار العلم بيروت - ص93

¹⁹ نفس المرجع ص99

4.2 القواعد والشروط الخاصة باستعمال عينات من الوسائل التعليمية

- إن القواعد والشروط المتعلقة باستعمال الوسائل التعليمية هي قواعد عامة تنطبق على مختلف الوسائل التعليمية، غير أن لكل وسيلة تعليمية قواعد وشروط خاصة لاستعمالها وحسن استثمارها.

ونعرض فيما يلي القواعد والشروط الخاصة بعينة من الوسائل التعليمية ويتعلق الأمر - كما سبقت الإشارة إلى ذلك - بالسيورة والصورة والخريطة وكراسة التلميذ ودليل الأستاذ، وآلة التسجيل والحاسوب، وذلك وفق الجدول الآتي²⁰.

الوسائل التعليمية العينات	قواعد الاستعمال والاستثمار
السيورة	- أن تتموضع في موقع يمكن جميع تلاميذ القسم من رؤية الأشياء المكتوبة، - أن يخصص الجزء الأوسط منها لكتابة ما هو أساسي مثل العنوان أو القواعد أو الأفكار الأساسية أو الخلاصات. - أن يخصص أحد جانبيها لتدوين الشروحات المفيدة أو المصطلحات أو التوضيحات اللازمة، أو أن يخصص الجزء الأخير للرسومات أو الخرائط أو وسيلة إيضاحية أخرى. - أن لا يقف المدرس أمام السيورة حتى لا يحجب عن التلاميذ ما كتب فيها. - أن تكون الكتابة عليها بخط واضح بارز تسهل قراءته من طرف جميع التلاميذ. - أن تمسح من أعلى إلى أسفل لتفادي تطاير غبار الطباشير. ومن الأمور التي يجب تجنبها: - خدشها والتسطير عليها بالأشياء الحادة أو عدم استعمالها. - تراكم الكتابات عليها . - ازدحام المعلومات.
الصورة	الصورة الفوتوغرافية أو المرسومة المعتمدة أو الملونة الخالية من التعليق اللفظي أو المصحوبة به. - مجموعة من القواعد والشروط يجب مراعاتها أثناء اختيارها وأثناء توظيفها واستثمارها. من شروط الصور التربوية الوثائقية والصور العلمية : - أن تكون الصورة جيدة التصوير وواضحة المعالم. - أن يكون محتواها خاليا من الأخطاء ويبرز بوضوح الفكرة.
الحاسوب	يعد الحاسوب أداة جد مهمة في التدريس لكونه يعوض العديد من الأجهزة والوسائل التعليمية، ويضطلع بمختلف أدوارها بإعتباره يجمع بين ما هو مرئي ومنطوق. - أنه جهاز يمكن استعماله لتقديم مجموعة من الخدمات والأدوار الهامة للتلاميذ، فهو : - أداة تربوية للتعليم الفردي أو الجماعي ، - منشط لملكة الإبداع والإبتكار لدى المتعلم ، - مبرمج للمعارف والمعلومات المتعلقة بالمنهاج الدراسي وخزنها، - موسع لمجال تعلم التلميذ في الموضوع الواحد وفتح آفاق المعرفة أمامه ، كما أنه يفيذ الأستاذ والمتعلمين على السواء للوصول إلى عدد من البرامج . ومن شروط وتقنيات استعمال الحاسوب واستثماره: - التمرن جيدا على تقنيات تشغيله عن طريق: * التعرف على الرموز والمصطلحات التقنية المنظمة لاستعماله، * إنهاء اشتغال الجهاز فوراً إذا وقع فيه عطب تقني.
كتاب التلميذ	- يمثل كتاب التلميذ وثيقة هامة تشتمل على الكفايات المستهدفة والدروس المقررة والأنشطة التعليمية وأنشطة التقويم والدعم والمصطلحات والفهرسة. - يعين المتعلم على التعلم الذاتي وعلى بناء المعرفة وتنمية المهارات وتعلم القيم وتطبيق ذلك واستثماره.

5 أهمية الوسائل التعليمية في العملية التعليمية

تنبؤ الوسائل التعليمية مكانة مرموقة في الحقل التربوي لتعدد فوائدها، وتحظى بأهمية بالغة لدى المدرسين والمخططين التربويين لما لها من أهمية في كونها تؤدي إلى استثارة اهتمام المتعلم وإشباع حاجته للتعلم، فلاشك أن للوسائل التعليمية المختلفة تقدم خبرات متنوعة يأخذ منها كل متعلم ما يحقق أهدافه ويثير اهتمامه، فالمتعلم الذي يخرج في رحلة إلى شاطئ البحر قد يجد في اللعب والسياسة ما يشبع حاجته في نفسه بينما يهتم آخر بجمع الأصداف والقواقع وإثارة كثر من الأسئلة حولها، كما أن اعتماد الشروط المحسوسة في البحث من خلال الإفتتاح على المحيط الجيوتقافي وغيره، بل وكلما كانت الخبرات التعليمية التي يمر بها المتعلم أقرب إلى الواقعية، أصبح لها معنى ملموساً وثيق الصلة بالأهداف والمهارات، بل والكفايات المراد بلوغها وكذلك يمكن عن طريق استخدام الوسائل التعليمية وتنويع الخبرات التي تهيئها المدرسة والممارسة والتأمل والتفكير، فتصبح المدرسة بذلك حقلاً لنمو المتعلم في جميع الإتجاهات، وتعمل على إثراء مجالات الخبرة التي يمر بها،

²⁰ -الوسائل التعليمية وطرق استعمالها، الدكتور خير علي عثمان ، اليونسكو في العلوم الإجتماعية ، دار العلم بيروت - ص33-37

²¹ -خالد المير - إدريس قاسمي - الطيب أمراق -عبد الرحمن الهامة- محمد بيدة - سلسلة التكوين التربوي - الطبعة.1995-2

وبذلك تشترك جميع حواس المتعلم في عمليات التعلم مما يؤدي إلى ترسيخ وتعميق هذا التعلم، وتساعد الوسائل التعليمية على تكوين علاقات مترابطة مفيدة راسخة بين كل ما يتعلمه المتعلم أو التلميذ، وذلك عندما تشترك الحواس في تشكيل الخبرة الجديدة وربطها بالخبرات السابقة، ونرى أن الوسائل التعليمية إذا أحسن المدرس استخدامها وتحديد الهدف منها وتوضيحه في ذهن المتعلم²²، يؤدي ذلك إلى زيادة مشاركة المتعلم الإيجابية في اكتساب الخبرة وتنمية قدرته على التأمل ودقة الملاحظة، واتباع التفكير العلمي، ويؤدي هذا الأسلوب إلى تحسين نوعية التعلم ورفع مستوى الأداء عند المتعلم، كما نرى أن الوسائل التعليمية تمكن من تنويع أساليب التعليم.

لمواجهة الفروق الفردية بين المتعلمين، فمن المعروف أن المتعلمين يختلفون في قدراتهم واستعداداتهم فمنهم من يحقق مستوى عالٍ من التحصيل عند الاستماع للشرح النظري للمدرس وتقديم أمثلة قليلة، ومنهم من يزداد تعلمه عن طريقه الخبرات البصرية، مثل:

مشاهدة الأفلام أو المعينات الديداكتيكية، وتجذر الإشارة إلى أن استخدام الوسائل التعليمية لا يكون عشوائياً بل أن هناك أسسا ومعايير يجب أن يأخذها المدرس في الاعتبار عند اختيار الوسيلة التعليمية :

- توافق الوسيلة التي نسعى إلى تحقيقها كإكتساب المتعلم لبعض المهارات، فالأفلام المتحركة مثلاً، تصلح لتقديم المعلومات التي يكون فيها عنصر الحركة أساسياً فيها.

- صدق المعلومات التي تقدمها الوسيلة ومطابقتها للواقع وإعطاء صورة متكاملة عن الموضوع ولذلك يجب أن نتأكد من أن هذه المعلومات ليست قديمة²³.

- صلة محتويات الوسيلة بموضوع الدرس ولذلك يجب على المدرس تجربة الوسيلة والتعرف على محتوياتها قبل عرضها على المتعلمين، بل وإيقاعها بالأهداف أو التعليمات المراد بناؤها في الحصة .

6 خلاصة

يطرح التعليم في الميدان التربوي مشاكل وصعوبات عديدة ما يستدعي وقفة حازمة من لدن الباحثين والدارسين على حد سواء، ذلك أن الوضعية المزرية التي آلت إليها المدرسة المغربية، دعت الغيورين إلى استجداء كل وسيلة للنهوض بها، وكل ذلك مرده في رأيها، إلى غياب رؤية شاملة وتخطيط محكم لتدريس اللغة العربية، ولعل ما يمكن أن نخلص به من خلال هذا المقال هو ضرورة تعميق النظرة التربوية لدى المدرس من خلال البحث عن الحلول الديداكتيكية الأنجع عند المشكلات، وأيضاً إبراز الأهمية التي تشكلها هاته الوسائل التعليمية وما يمكنه من :

أولاً : إثراء التعليم: وهنا أوضحت الدراسات والأبحاث (منذ حركة التعليم السعوي البصري) ومروراً بالعقود التالية أن الوسائل التعليمية تلعب دوراً جوهرياً في إثراء التعليم من خلال إضافة أبعاد ومؤثرات خاصة وبرامج متميزة .

إن هذا الدور للوسائل التعليمية يعيد التأكيد على نتائج الأبحاث حول أهمية الوسائل التعليمية في توسيع خبرات المتعلم وتيسير بناء المفاهيم، وتخطي الحدود الجغرافية والطبيعية، ولا ريب أن هذا الدور تضاعف حالياً بسبب التطورات التقنية المتلاحقة التي جعلت من البيئة المحيطة بالمدرسة تشكل تحدياً لأساليب التعليم والتعلم، لما تزخر به هذه البيئة من وسائل اتصال متنوعة تعرض الرسائل بأساليب مثيرة وجذابة .

ثانياً : اقتصادية التعليم: ويقصد بذلك جعل عملية التعليم اقتصادية بدرجة أكبر من خلال زيارة نسبة التعلم إلى تكلفته، فالهدف الرئيس للوسائل التعليمية، تحقيق أهداف تعلم قابلة للقياس بمستوى فعال من حيث التكلفة في الوقت والجهد والمصادر .

ثالثاً : تساعد الوسائل التعليمية على استثارة اهتمام التلميذ وإشباع حاجته للتعلم من خلال استخدام الوسائل التعليمية المختلفة التي تنبثر اهتمامه وتحقيق أهدافه، وكلما كانت الخبرات التعليمية التي يمر بها المتعلم أقرب إلى الواقعية، أصبح لها معنا ملموساً وثيق الصلة بالأهداف التي يسعى التلميذ إلى تحقيقها، والرغبات التي يتوق إلى إشباعها .

رابعاً : تساعد على زيادة خبرة التلميذ مما يجعله أكثر استعداداً للتعلم، هذا الاستعداد الذي إذا وصل إليه التلميذ يكون تعلمه في أفضل صورة، ومثال على ذلك مشاهدة فيلم سينمائي حول بعض الموضوعات الدراسية والتي تهيب الخبرات اللازمة للتلميذ وتجعله أكثر استعداداً للتعلم.

خامساً : تساعد الوسائل التعليمية على إشراك جميع حواس المتعلم، إن اشترك جميع الحواس في عمليات التعليم يؤدي إلى ترسيخ وتعميق هذا التعلم، والوسائل التعليمية تساعد على إشراك جميع حواس المتعلم، وهي بذلك تساعد على إيجاد علاقات راسخة وطيدة بين ما يتعلمه التلميذ، ويترتب على ذلك بقاء أثر التعلم.

سادساً : تساعد الوسائل التعليمية على تحاشي الوقوع في اللفظية، والمقصود باللفظية استعمال المدرس ألفاظاً ليست لها عند التلميذ الدلالة التي لها عند المدرس، ولا يحاول توضيح هذه الألفاظ المجردة بوسائل مادية محسوسة تساعد على تكوين صور مرئية لها في ذهن التلميذ، ولكن إذا تنوعت هذه الوسائل فإن اللفظ يكتسب أبعاداً من المعنى، تقترب به من الحقيقة الأمر الذي يساعد على زيادة التقارب والتطابق بين معاني الألفاظ في ذهن كل من المدرس والتلميذ .

سابعاً : يؤدي تنويع الوسائل التعليمية إلى تكوين مفاهيم سليمة .

ثامناً : تساعد في زيادة مشاركة التلميذ الإيجابية في اكتساب الخبرة التي تنمي الوسائل التعليمية وقدرة التلميذ على التأمل ودقة الملاحظة، واتباع التفكير العلمي للوصول إلى حل المشكلات، وهذا الأسلوب يؤدي بالضرورة إلى تحسين نوعية التعلم ورفع الأداء عند التلاميذ.

تاسعاً : تساعد في تنويع أساليب التعزيز التي تؤدي إلى تثبيت الاستجابات الصحيحة²⁴

²²الوسائل التعليمية وطرق استعمالها، الدكتور خير علي عثمان، اليونسكو في العلوم الاجتماعية، دار العلم بيروت - ص40

²³الوسائل التعليمية وطرق استعمالها، الدكتور خير علي عثمان، اليونسكو في العلوم الاجتماعية، دار العلم بيروت - ص40

²⁴الوسائل التعليمية(مفهومها - فوائدها - أنواعها) إعدادالدكتور مسعد محمد زياد ص108 (دار العلم - بيروت)

شكر وتثويه

- أشكر الله عز وجل الذي لا إله إلا هو العلي القدير على توفيقه إلى إتمام هذا المقال المتواضع.
- وبعد شكر الله تعالى ، لا يسعني إلا أن أتوجه بالشكر الكبير إلى من أسندت إليهم مهمة التبليغ عن الأنبياء:
- ❖ السادة الأساتذة الأفاضل الذين أغنوا مسيرتي الدراسية ومخزوني المعرفي بأرائهم السديدة ونصائحهم القيمة.
- ❖ أستاذتي الدكتورة الفاضلة رشيدة فؤاد فتقبلي مني أستاذتي أطر وأصدق تحية مفعمة بمشاعر الود والمحبة والإمتنان
- ❖ أستاذي وصديقي عبد الواحد عبدوني على دعمه لي.
- ❖ ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر لكل من ساعدني ، من قريب أو بعيد .

المراجع العربية

- شـبـشـوب أحمد: مدخل الى الـديـداكـتيك، دفاـتر في التـربيـة عـدد 4 الرـبـاط يـونـيو، ط 1997 .
- الميثاق الوطني للتربية والتكوين وزارة التربية الوطنية- الرباط.
- عبد السلام عبد الوهاب طويلة (بمؤلفه التربية الإسلامية وفن التدريس، دار النشر الطبعة 2005
- أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية، مجلة علوم التربية ط 2006، الرباط.
- طاهر سعد الله ، علاقة على التفكير الإبتكاري بالتحصيل الدراسي ط 2008 ، دار الطبع - بيروت.
- أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي .
- أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية ، مجلة علوم التربية ط 2006، الرباط.
- أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي.
- الدريج محمد . ماهي الـديـداكـتيك ؟، مجلة التدريس، كلية علوم التربية بالرباط العدد 7. ط 2006.
- أوزي أحمد: المعجم الموسوعي لعلوم التربية ، مجلة علوم التربية ط 2006 ، الرباط.
- أحمد حسين اللقاني " الوسائل التعليمية والمنهج المدرسي " الطبعة الثانية 1986 ، دار النشر مؤسسة الخليج العربي.
- الوسائل التعليمية وطرق استعمالها ، الدكتور خير علي عثمان ، اليونسكو في العلوم الإجتماعية ، دار العلم بيروت .
- خالد المير - إدريس قاسمي - الطيب أمراق - عبد الرحمن الهامة - محمد بيدادة - سلسلة التكوين التربوي - الطبعة 1995-2
- الوسائل التعليمية وطرق استعمالها ، الدكتور خير علي عثمان ، اليونسكو في العلوم الإجتماعية ، دار العلم بيروت .
- الوسائل التعليمية (مفهومها - فوائدها - أنواعها) إعداد الدكتور مسعد محمد زياد ص 108 (دار العلم - بيروت).

Tourisme, croissance et taux de change - Cas de l'Algérie : Une approche économétrique

Kamel Si MOHAMMED, Abdelkrim Ouahrani, Mohammed Bouknadil, and Sidahmed Zenagui

Centre Universitaire Ain Temouchent, Algeria

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

RÉSUMÉ: L'objectif principal de ce papier consiste à analyser la relation entre le tourisme et les variables macroéconomiques de l'économie Algérienne représentées par les données annuelles du produit intérieur brut (PIB) et du taux de change sur la période 1995-2011. A cet effet, Nous utilisons l'analyse des fonctions de réponse impulsionnelle (IFR) et l'analyse de décomposition de la variance VDCS estimée par le modèle de vecteur à correction d'erreur (VECM) après avoir estimé la relation d'équilibre entre les variable à long terme et le test de causalité. Les résultats montrent que le tourisme ne contribue pas d'une manière significative à la croissance économique. En revanche, le taux de change a un impact positif sur le tourisme après avoir prouvé une causalité unilatérale du taux de change vers le tourisme par la technique de causalité de Granger.

Ces résultats traduisent le problème central d'une telle stratégie touristique raté par les décideurs Algériens malgré l'importance socio-économique de ce secteur en tant qu'exportateur de services, une source de devises étrangères et de créateur d'emplois.

MOTS-CLEFS: le tourisme, croissance économique, le taux du change, test de causalité, vecteur correction d'erreur (VECM).

1 INTRODUCTION

Etant donné que l'Algérie est le 10^{ème} pays le plus grand en termes de superficie totale dont le Sahara est classé le deuxième plus grand désert au monde comme un principal pôle touristique, le gouvernement a pris toutes les discriminations positives qui visent à promouvoir le secteur touristique et prendre des mesures pour exploiter le potentiel de l'Algérie comme destination touristique, Mais, toutes ces réformes dans le domaine depuis plus qu'une décennie ont connu un échec persistant, car elles n'ont pas permis de développer ce secteur et de changer la structure de l'économie algérienne en assurant une diversification de la production nationale, notamment l'industrie touristique, dans les stratégies de développement à long terme.

Les flux touristiques ne semblent contribués que de 2.3% dans PIB et représente 4% d'emplois active pour l'année 2011, (**voir Annexe 1**). Les recettes générées par le tourisme en Algérie sont estimées à 400 millions de dollars, contre 3,4 milliards de dollars en Tunisie et 16 milliard de dollar au Maroc pour l'année de 2011 Selon l'OMT (Organisation Mondiale du tourisme), alors qu'il y a eu près de 2,4 millions de touristes en 2011 par rapport 9.3 millions de touristes au Maroc et 5 Millions en Tunisie (**voir annexe 2**).

La présente étude a pour objet d'analyser La relation entre les recettes du tourisme, le taux de change et la croissance économique en Algérie. Dans ce contexte, nous utilisons le Modèle vecteur autorégressif (VECM) sur la période 1995-2011. Les principaux résultats obtenus en utilisant la causalité de Granger ont montré une causalité unilatérale du taux de change à cause des arrivées aux postes frontières à long terme, bien que l'activité touristique ne contribue pas d'une manière significative à la croissance économique en Algérie.. Pour ce faire, une réponse positive de taux de change pourrait s'expliquer par la sous-évaluation du dinar Algérien appliqué par la politique de la banque d'Algérie et n'est pas nécessairement l'attractive de notre monnaie pour stimuler le tourisme.

Afin d'atteindre notre objectif, l'article a été organisé en trois démarches, dans la première démarche nous allons effectuer une revue de littérature qui concerne notre sujet, Puis dans la deuxième démarche nous allons présenter la spécification du modèle. Enfin, la troisième démarche sera réalisée pour interpréter et commenter nos résultats obtenus.

2 LA REVUE DE LITTÉRATURE

Plusieurs études récentes développent des modèles de croissance où le tourisme constitue une source de devise, stimule les investissements, crée l'emploi qui entraîne finalement à une croissance économique (Voir : **Kelvin Lancaster (1966)** et **Gary Becker (1960)** ; **Rugg (1973)**; **Lucas (1988)**; **Copeland (1991)** ; **Morley(1992)**; **Lanza & Pigliaru (2000)** ; **Vanegas and Croes (2003)** ; **Sequeira & Campos (2005)**; **Nowak & Sahli (2003)**).

Les estimations économétriques inspirées de ces travaux sont nombreuses avec l'usage de plusieurs modèles et des techniques économétriques. L'analyse de la causalité a été utilisée par la majorité de ces études empiriques dont leurs résultats sont contradictoires.

Tout d'abord, les études de **Balaguer et Cantavella (2002)** ; **Cortez -Jimenez and Paulina (2006)** en Espagne; **Gabriel Brida, Andrea Barquet & Wiston Adrián Risso Dritsakis (2004)** en Grèce ; **Gunduz & Hatemi-J (2005)** et **Katircioglu (2008)** en Turquie; **Noriko & Motosugu (2007)** et **Kim et al. (2006)** en Taiwan, **Proença et Soukiazis (2005)** Portugal, **Brida et al. (2008)** Mexique. (voir aussi: **inter alia, Fayissa et al., (2011)**; **Schubert, (2011)**; **Brida et al., (2010)**; **Zortuk, (2009)**; **Lee et Chang, 2008**; **Croes et Vanegas, 2008**; **Soukiazis et Proenca, (2008)**; **Aslan (2008)** **Kim et al., (2006)**; **Kasman and Kasman (2004)**, **Yildirim et Öcal (2004)** **Vanegas et Croes, (2003)**; **Blake et Sinclair, (2003)**; **Balaguer et Catavella-Jorda, (2002)**) montrent une causalité unilatérale du tourisme vers la croissance économique à long terme « the Tourism-Led Growth Hypothesis (TLGH) » et confirment que le tourisme contribue dans la croissance économique.

En revanche, les études de **(Oh, (2005)** ; **korya (2005)** ; **Narayan, (2004)** indiquent à partir de la même technique de causalité (Grange causality (1969,1988) qu'il existe une relation inverse entre la croissance et le secteur touristique.

Cependant, un nombre considérable de travaux affirment une causalité Bilatérale entre le tourisme et la croissance économique, notamment, les études de **Cortez-Jimenez & Paulina (2006)** en Italie, **Durbarry (2004)** à Maurice, **Shan & Wilson (2001)** en Chine; aussi **Kassimati, 2011**; **Chen et Chiou-Wei, 2009**; **Cortes-Jimenez et al., 2009**; **Lee et Chang, 2008**; **Dritsakis, 2004**; **Drubary, 2004**,...)

Enfin, les recherches de **Katricoglou, (2009)** ; **Eugenio-Martin and Morales, (2004)** ; **Lee and Chang (2008)** n'ont pas pu mettre en évidence une relation significative entre le tourisme et la croissance en différente zone géographique.

Quant à la relation entre le tourisme et le taux de change, plusieurs études empiriques constatent que le taux de change influence sur le secteur du tourisme qui est justifié par une hausse de la valeur monnaie locale par rapport à d'autre monnaie voisine, par exemple, il est signifié que les touristes locaux dépensent (des frais de restauration et d'hébergement) beaucoup plus au niveau local que dans les pays voisins, cela leur incite à se déplacer ailleurs que dans leur pays pour passer leurs vacances. **Chaiboonsri, Chaitip et Rangaswamy (2008)**, utilisant un modèle de données de panel, pour le cas de l'Inde, sur une période trimestrielle allant de 2002 à 2006, ils ont constaté que le taux de change a un impact négatif sur les arrivées touristiques en Inde. En revanche, **Chaiboonsri, Chaitip, Sriboonjit, Sriwicchailampha et Sriboonchitta (2009)** démontrent via le modèle panel que le taux de change a un effet positif sur les arrivées touristiques en Thaïlande sur la période (1986-2007).

Kareem et Idowu (2007) ont appliqué le modèle dynamique des moments généralisés (GMM) aux pays africains, ils ont conclu que l'appréciation du taux de change et l'inflation ont un impact négatif sur les arrivées touristiques en Afrique.

Par ailleurs, **Algieri et Kanellopoulou (2008)** indiquent à travers un modèle à correction d'erreur sur des données trimestrielles allant de 1985 à 2006, qu'à long terme, le taux de change réel est le principal facteur pour pousser les recettes touristiques en France et en Espagne

Bashagi et Muchapondwa (2009), à partir de l'approche ARDL également, a détecté le taux de change parmi les facteurs qui influencent la demande touristique internationale pour la Tanzanie.

Tse (2001) à Hong Kong , **Toh et al (2006)** à Singapour, Ils ont montré que les prix des biens touristiques, le coût des voyages, les prix compétitifs, le taux de change, les revenus touristiques et les préférences touristiques sont les déterminants possibles des arrivées touristiques pour la Tanzanie.

3 SPÉCIFICATION EMPIRIQUE

3.1 LES DONNÉES UTILISÉES

Nous avons choisi trois variables macroéconomique pour estimer l'objectif de notre sujet qui sont: le produit intérieur brut (Gross Domestic Product Gdp), le taux de change (US Dollar/Dinar Algérien), les recettes du tourisme. Toutes les données sont extraites des World Bank Development Indicators (WDI, 2012).

3.2 SPÉCIALISATION DU MODÈLE

Notre travail empirique VECM est fortement inspiré des travaux de Jacobs and van der Horst, (1996), Lütkepohl, (2000). Le modèle (VAR) détermine toute les variables de la recherche comme des variables endogène qui s'expliquant à partir des variables présidents contrairement la méthode des moindres carrés ordinaires qui permet d'expliquer une variable endogène (variable expliquée) en fonction d'une variable exogène (variable explicative). Le modèle (var) à son tour nous permettre de reproduire le VECM après déterminer le nombre de retard (p).

On peut écrire le modèle sous la forme d'équation comme suite :

$$U = (GDP, RTRSM, EXCH) \quad (1)$$

Toutes les séries d'origine ont été transformées en logarithme. Cette spécification à l'avantage d'éviter les problèmes d'hétéroscédasticité donc la spécification se présente comme suit :

$$U = (\Delta \log gdp, \Delta \log rtrsm, \Delta \log usdz) \quad (2)$$

Loggdp : logarithme du PIB Algérien

Logrtrsm: logarithme des recettes touristiques

Logusdz : logarithme de l'US dollar Américain face au Dinar Algérien.

Δ indique les variations premières de ces variables et μ_t est un bruit blanc, de moyenne nulle et de variance σ^2 .

4 RÉSULTATS DE L'ESTIMATION

4.1 LES TESTS DE STATIONNARITÉS ET DE COINTÉGRATION

L'estimation économétrique classique subit ce qu'on appelle une régression fallacieuse lorsque la plupart des séries utilisées sont des séries temporelles non stationnaires (Granger et Newbold 1974). Pour cette raison les tests de racine Unitaire cherchent à déterminer l'ordre d'intégration des séries et peuvent donner des résultats fiables et justes. Nous utiliserons deux tests : le test de Dickey et Fuller augmenté (test ADF 1979) et le test de Philips et Perron (test PP.1988). L'application des tests (ADF) et (PP) montre que toutes les variables sont non stationnaires de niveau mais stationnaires de première différence et du même ordre I (1), ce qui nous permet d'accepter l'hypothèse alternative (H_1) qui montre le « T* » calculé supérieur à « T » tabulé à seuil de 5 % et 1%.

Tableau (1) : Test de stationnarité

Variables	ADF			
	niveaux		première différence	
loggdp	0.2944	-1.83155	-3.60*	-3.76*
logrtrsm	-0.4043	-2.3884	-4.250***	-3.14*
logusdz	-2.1556	-2.2089	-3.00	-3.14*

*show values are significant at 5 % level with MacKinnon (1996).

**show values are significant at 10% level with MacKinnon (1996).

***show values are significant at 5 % and 10% level with MacKinnon (1996).

Tableau (2) : Test de stationnarité

Variables	PP			
	niveaux		première différence	
loggdg	0.36	-1.8031	-3.60*	-3.76***
logrtours	-0.625	-2.46	-4.34***	-4.00*
logusdz	-2.26	-2.24	-2.98	-3.10*

*show values are significant at 5 % level with MacKinnon (1996).

**show values are significant at 10% level with MacKinnon (1996).

***show values are significant at 5 % and 10% level with MacKinnon (1996).

Afin d'obtenir des séries stationnaires de même ordre I (1), il existe (r) vecteurs de cointégration dont nous déterminons le nombre en utilisant les tests statistiques : (λ_{trace}) trace test et le test de la valeur propre maximale (λ_{max}) maximum eigenvalues test à partir de la fonction likelihood.

• Test de la trace

On calcule la statistique de Trace comme la statistique de la ration de vraisemblance. Soit $\log L^*$ la valeur du logarithme de la fonction de vraisemblance sous H_0 et $\log L$ la valeur du logarithme de la fonction de vraisemblance su modèle sans les contraintes

$$\lambda_{\text{trace}} = -2(\log L^* - \log L) - T \sum_{i=r+1}^n \log(\hat{\lambda}_i) \quad (3)$$

$$r = 0, 1, \dots, N-2, N-1$$

On accepte l'hypothèse nulle c'est il y a non plus r vecteur le cointegration par contre on refuse cette hypothèse et accepte l'hypothèse alternative c'est il y a eu de même cointegration = r(quel que soit $r=0, 1, 2$).

• Test de la valeur propre maximal

Alors que l'autre test permettant du tester les vecteurs (r) plus grande valeur propre et définie (λ_{max}) :

$$\lambda_{\text{max}} = -T \log(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (4)$$

On accepte l'hypothèse nulle $r=0$ contre l'hypothèse $r=1$ puis $r=2$.

Le résultat des tests de cointegration (test de la trace et de la valeur propre maximal) permettent de rejeter l'hypothèse nulle $H^0=0$ qui suggère une relation d'équilibre de long terme entre le tourisme et les variables locales représentant la croissance économique et le taux de change. (Voir les tableaux (4), (5)).

Tableau (3) : Test (Trace)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.894544	40.54145	29.79707	0.0020
Atmost 1	0.332292	6.799587	15.49471	0.6011
Atmost 2	0.048201	0.741016	3.841466	0.3893
Trace test indicates 1 cointegratingeqn(s) at the 0.05 level				

Tableau (4) : Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.894544	33.74186	21.13162	0.0005
Atmost 1	0.332292	6.058571	14.26460	0.6057
Atmost 2	0.048201	0.741016	3.841466	0.3893
Max-eigenvalue test indicates 1 cointegratingeqn(s) at the 0.05 level				

4.2 TEST DE CAUSALITÉ

Dans ce test, nous allons vérifier si le tourisme cause les deux variables macroéconomiques de l'étude (le Pib et le taux de change) où la cause inverse où il y a une relation de feed-back entre les variables?

Pour répondre à cette question, nous allons appliquer le test de causalité de Granger. Le principe de causalité est comme suit:

On dira X cause Y si la prévision fondée sur la connaissance des passée conjointe de X et de Y est meilleur que la prévision fondée sur la seule connaissance de Y.

Le tableau (5) de causalité montre qu'il y a une seul relation unilatérale du taux de change vers le secteur touristique, c'est à dire les arrivées de touristes ont profité du dinar moins cher par rapport d'autre monnaie internationale qu'il classe clairement parmi les déterminants positifs du tourisme en Algérie. Au contraire la causalité de Granger ne capte aucune relation entre le tourisme et la croissance économique, ce résultats évident sa confirme le néglige gouvernementale de tel secteur notamment l'absence d'attirer et d'orienter des IDE ver ce secteur, indisponibilité des TIC et sou développer des sites Web de tourisme, le manque des projets touristiques, enfin, le manque d'infrastructure moderne de ce secteur (aéroports, hôtels, les bureaux d'étude, la qualité de service).

Tableau (5): test de causalité

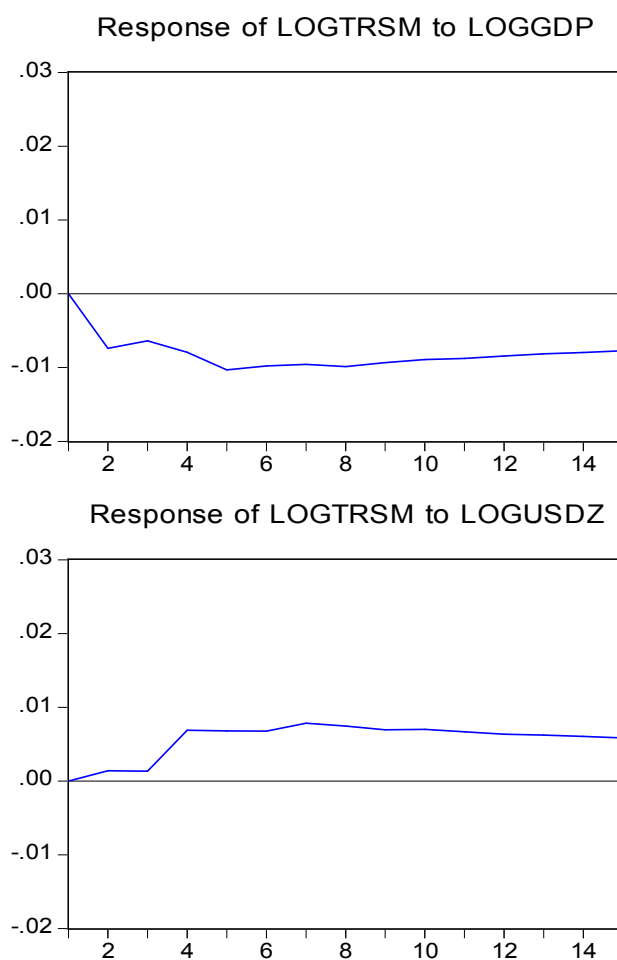
X	cause	Y	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGGDP	→	LOGTRSM	13	1.41257	0.3730
LOGTRSM	→	LOGGDP		1.82912	0.2865
LOGTRSM	→	LOGUSDZ	13	0.48815	0.7478
LOGUSDZ	→	LOGTRSM		11.0831	0.0194
LOGUSDZ	→	LOGGDP	13	1.47837	0.3570
LOGGDP	→	LOGUSDZ		0.50959	0.7351

4.3 L'ANALYSE DES FONCTIONS DE RÉPONSE IMPULSIONNELLE (IFR)

Cette analyse nous permet de mesurer l'impact d'un choc d'une variable sur une autre variable. Nous remarquons que l'impact du PIB Algérien est négatif sur le tourisme au coure de la période d'étude. La réponse négative s'explique sans doute par le fait d'importants obstacles à la croissance de l'industrie du tourisme. En ce qui concerne l'impact du taux de change sur le tourisme, la relation elle est positive et statistiquement significative, signifie que tout dépréciation du Dinar Algérien face au dollar Américain de 1% génère une augmentation entre 05% et 1% le secteur touristique, la nouvelle politique de change caractérisée par le passage au régime de flottement dirigé du Dinar Algérien depuis la moitié des années quatre-vingt-dix jusqu'à la fin de la période de notre estimation semblent expliquer cette réponse positive et provoque de pousser les recettes touristiques et les arrivées touristiques en Algérie. Pour cela, nous interrogeons sur les dépenses des touristes parmi les plans du développement au coure d'une décennie passé qui caractérise par l'adoption des plans de développement (Le plan de soutien à la relance économique (PSRE) concrétisé par l'injection d'un montant de 7 milliards de dollars sur la

période allant de 2000 à 2004, le programme complémentaire de soutien à la croissance (PCSC)2005-2009, programme quinquennal d'investissements publics à une hauteur de 286 milliards de dollars 2010-2014).

Response to Cholesky One S.D. Innovations



4.4 VARIANCES DES COMPOSITIONS

L'analyse de la Variances des compositions concerne la vérification de l'importance relative d'une variable par rapport à une autre (voir Le tableau (4)). La croissance économique et le taux du change respectivement contribuent d'expliquer 5% et 3% à court terme la variation de la variable du tourisme par rapport 18% et 11% à long terme.

Tableau (6) : variances des compositions

Period	logtrsm	logdp	logusdz
1	100	00	00
2	94	5.7	0.2
3	88	8	3
4	84	11	5
5	81	13	6
6	79	14	7
7	77	15	8
8	75	16	9
9	73	17	10
10	71	18	11

5 CONCLUSION

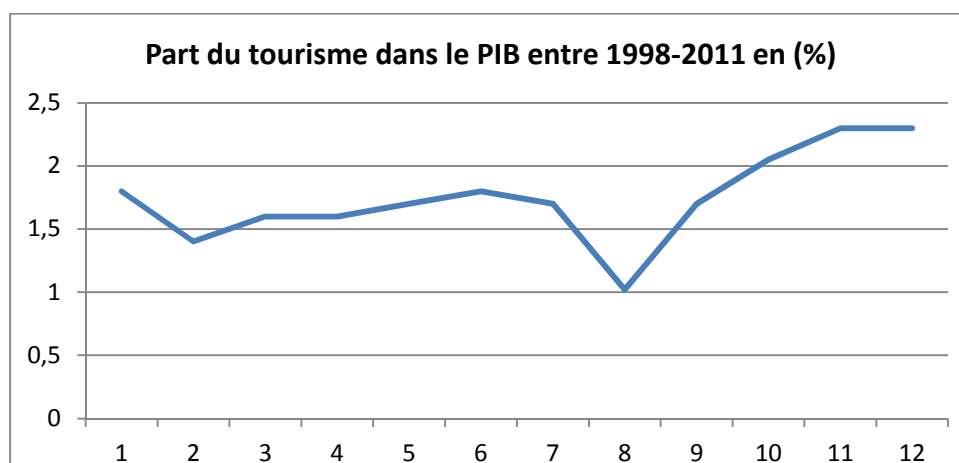
La présente étude a pour objet d'analyser la relation entre les recettes du tourisme, le taux de change et la croissance économique en Algérie. Dans ce contexte, nous utilisons le Modèle vecteur autorégressif (VECM) sur la période 1995-2011. Les principaux résultats obtenus en utilisant la causalité de Granger ont montré une causalité unilatérale du taux de change à cause des arrivées aux postes frontières à long terme, bien que l'activité touristique ne contribue pas d'une manière significative à la croissance économique en Algérie. La dépendance de l'économie Algérienne au prix du pétrole est très prononcée et le restera tant que les hydrocarbures continuent de dominer la structure de cette économie et tant que le gouvernement Algériens ne peut pas diversifier l'économie sans rente notamment décidé à redonner à le secteur touristique une dynamique de ce secteur en Maroc et en Tunisie.

REFERENCES

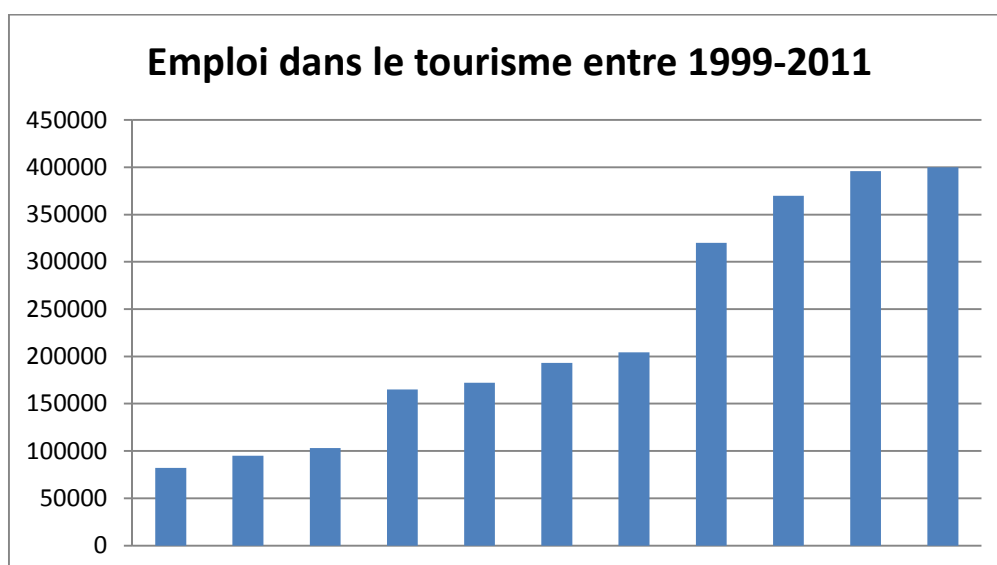
- [1] **Backer, G. (1960)**, An economic analysis of fertility». In National Bureau of Economic Research (Ed.), Demographic and Economic Change in Developed Countries, Princeton (N.J.), Princeton University Press, 209-231.
- [2] **Balaguer, J. and Cantavella-Jorda, M. (2002)**, "Tourism as a long-run economic growth factor: The Spanish case", *Applied Economics*, 34: 877-884.
- [3] **Bewley, R. A. (1979)**, "The Direct Estimation of the Equilibrium Response in a Linear Model", *Economics Letters*, 3: 357-361.
- [4] **Carrera, E.J.S., Risso, W.A., & Brida, J.G. (2008)**. Tourism's Impact on Long-Run Mexican Economic Growth. *Economics Bulletin*, 23(21), 1-8.
- [5] **Chen, C.F., & Chiou-Wei, S.Z. (2009)**. Tourism expansion, tourism uncertainty and economic growth: New evidence from Taiwan and Korea. *Tourism Management*, 30, 812-818.
- [6] **copeland, B.R. (1991)**. Tourism, Welfare, and De-industrialization in a Small Open Economy. *Economica*, 58, 515-29.
- [7] **cortes-Jimenez, I., Pulina, M., Prunera, C., & Artis, M. (2009)**. Tourism and Exports as a means of Growth. *Research Institute of Applied Economics 2009 Working Papers*.
- [8] **Dickey, D.A and W.A.Fuller (1979)**, Distribution of estimators of Autoregressive Time series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-31.
- [9] **----- (1981)**, Likelihood Ratio Test for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, 49, 1057-72.
- [10] **Dritsakis, N. (2004)**, "Tourism as a Long-run Economic Growth Factor, An Empirical Investigation for Greece", *Tourism Economics*, 10: 305-316.
- [11] **Durbarry, R. (2004)**. Tourism and economic growth: the case of Mauritius. *Tourism Economics*, 10(4), 389-401.
- [12] **Eugenio-Martin, Juan Luis, Noelia Martin Morales, and Riccardo Scarpa, 2004**, "Tourism and Economic Growth in Latin American Countries: A Panel Data Approach," FEEM Working Paper No. 26.2004.
- [13] **Granger, C.W.J (1986)**, Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, nr. 48.
- [14] **Granger, C. W. J. and Newbold, P. (1974)**, "Spurious regressions in econometrics" *Journal of Econometrics* 2 (2): 111-120. Greene, W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Pearson Education, 5th Edition, 382.
- [15] **Granger, C. W. J. and Newbold, P. (1974)**, "Spurious regressions in econometrics" *Journal of Econometrics* 2 (2): 111-120.
- [16] **Johansen, S. (1988)**, "Statistical Analysis and Cointegrating Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12: 231-254.
- [17] **Jacob, Jan; van der Horst, Albert (1996)**, "Var-ing the Economy of the Netherlands," CCSO Series, No. 24, <http://www.eco.rug.nl/ccso/zip-file/ccso24.zip>
- [18] **Johansen, Soren (1988)**, "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2/3), June-September, 231-254. .
- [19] **Johansen, S. and Juselius, K. (1990)**, "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration, with applications to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52: 169-210.
- [20] **Kasman, A. and Kasman, S. K. (2004)**, "Cointegration and causality between tourism revenues and economic growth", *İktisat İşletme Finans*, 19: 122-131.
- [21] **Kassimati, E. (2011)**. Economic impact of tourism on Greece's economy: Cointegration and causality analysis. *International Research Journal of Finance and Economics*, 79, 79-85.
- [22] **Katircioglu, S.T. (2009)**. Revisiting the tourism-led-growth hypothesis for Turkey using the bounds test and Johansen approach for cointegration. *Tourism Management*, 30, 17-20.

- [24] **Kim, H.J., Chen, M-H., & Jang, "Shawn" S.C. (2006).** Tourism Expansion and Economic Development: The Case of Taiwan. *Tourism Management*, 27, 925–33.
- [25] **King, B. E. M. and Gamage, A. (1994),** "Maximizing the Value of the Ethnic Connection, Expatriate Travelers from Australia to Sri Lanka", *Journal of Travel Research*, 33: 46-52.
- [26] **Lancaster, K. J. (1966),** A new Approach to Consumer Theory, *The Journal of Political Economy*, Vol.74, pp.132-157.
- [27] **Lanza, A. and F. Pigliaru (1999),** Why are Tourism Countries Small and Fast Growing, <http://ssrn.com/abstract=146028>.
- [28] **Lee, C.C., & Chang, C.P. (2008).** Tourism development and economic growth: a closer look at panels. *Tourism Management*, 29, 180-192.
- [29] **Lütkepohl, H. (2001),** "Vector Autoregressions," in B. H. Baltagi (ed.), *A Companion to Theoretical Econometrics*, Blackwell Publishers.
- [30] **MacKinnon, James G. (1991),** "Critical Values for Cointegration Tests," in: Robert F. Engle and C. W. J. Granger (eds.), *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*, Oxford: Oxford University Press, 267-276.
- [31] **Nowak J-J, M. Sahli and P. SGRO (2003),** "Tourism, Trade and Domestic Welfare", *Pacific Economic Review*, 8 (3), pp 245-258
- [32] **Narayan, P. K. and Smyth, R. (2005),** "Electricity Consumption, Employment and Real Income in Australia, Evidence From Multivariate Granger Causality Tests", *Energy Policy*, 33: 1109-1116.
- [33] **Odhiambo, N. M. (2009),** "Energy Consumption and Economic Growth in Tanzania, An ARDL Bounds Testing Approach", *Energy Policy*, 37: 617-622.
- [34] **Oh, C.O. (2005).** The contribution of tourism development to economic growth in the Korean Economy. *Tourism Management*, 26, 39–44
- [35] **Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988),** testing for unit root intime series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- [36] **Rugg, D. (1973),**The choice of Journey Destination: A Theorical and Empirical Analysis, *Review of Economics and Statistics*, vol. 55, pp. 64 – 72.
- [37] **Soukiazis, E., &Proenca, S. (2008).** Tourism as an alternative source of regional
- [38] growth in Portugal: A panel data analysis at NUTS II and III levels. *Portuguese Economic Journal*, 7, 43-61.
- [39] **Vanegas, M., &Croes, R. (2003).** Growth, Development and Tourism in a Small
- [40] Economy: Evidence from Aruba. *International Journal of Tourism Research*, 5, 315–30.
- [41] **Oh, C.O. (2005).** The contribution of tourism development to economic growth in the Korean Economy. *Tourism Management*, 26, 39–44
- [42] <http://donnees.banquemondiale.org/>
- [43] <http://www.imf.org/external/index.htm>
- [44] <http://www.wttc.org>
- [45] <http://www.mta.gov.dz/>
- [46] <http://www.mf.gov.dz/rubriques/12/Lois-de-Finances.html>
- [47] <http://www.mf.gov.dz/rubriques/15/Archives.html>.

ANNEXE I



Source : Ministère du Tourisme et de l'Artisanat d'Algérie



Source : Ministère du Tourisme et de l'Artisanat d'Algérie

ANNEXE II

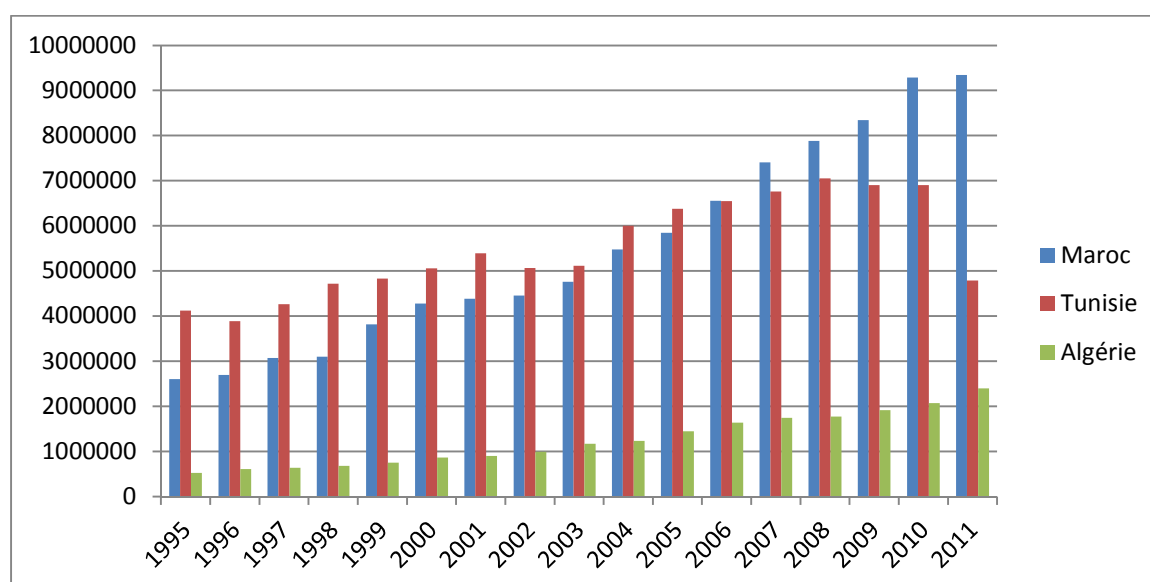
Evolution d'emploi dans le secteur du tourisme

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
L'emploi dans le tourisme (Million) (1)*	0,076	0,08	0,095	0,103	0,165	0,173	0,193	0,204	0,32	0,37	0,396
l'emploi total (Million) (2) **	8,852	9,075	9,305	9,54	9,78	10,027	10,11	9,969	10,315	10,544	10,812
Le pourcentage de (1) sur (2)	0,858	0,881	1,0209	1,0796	1,687	1,725	1,909	2,046	3,102	3,509	3,662

Source : *Ministère du Tourisme et de l'Artisanat d'Algérie

**les données de la Banque Mondiale.

Les touristes internationaux entrants



Source : les données de la Banque Mondiale

Swelling and FTIR studies on poly vinyl alcohol / carboxymethyl cellelouse blend films

A. Khalifa¹, Y. A. Aggour¹, and EM Abdel-Bary²

¹Chemistry Department,
Faculty of Science, Damietta University,
New Damietta, Damietta, Egypt

²Chemistry Department,
Faculty of Science, Mansoura University,
Mansoura, Egypt

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

ABSTRACT: Polymers and polymeric composites have steadily reflected their importance in our daily life. Blending poly(vinyl alcohol) (PVA) with a potentially useful natural biopolymers such as carboxymethyl Cellulose (CMC) seems to be an interesting way of preparing a polymeric blends. The aim of the work is to blend PVA/CMC of compositions (100/0, 80/20, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80, and 0/100 wt/wt%) were prepared to be used as bioequivalent materials. The blend have been Characterised by Fourier transform infra-red spectroscopy and swelling ratio. The obtained results showed variations in the FTIR spectra indicating the miscibility of the blend systems. More over the results shows improved swelling properties than the poly vinyl alcohol homopolymer.

KEYWORDS: Poly(Vinyl Alcohol) (PVA); Carboxymethyl Cellulose (CMC); Biodegradable polymer; Swelling; Blends; Bioequivalent materials; Solution casting; Fourier transform infra-red spectroscopy; polysaccharide.

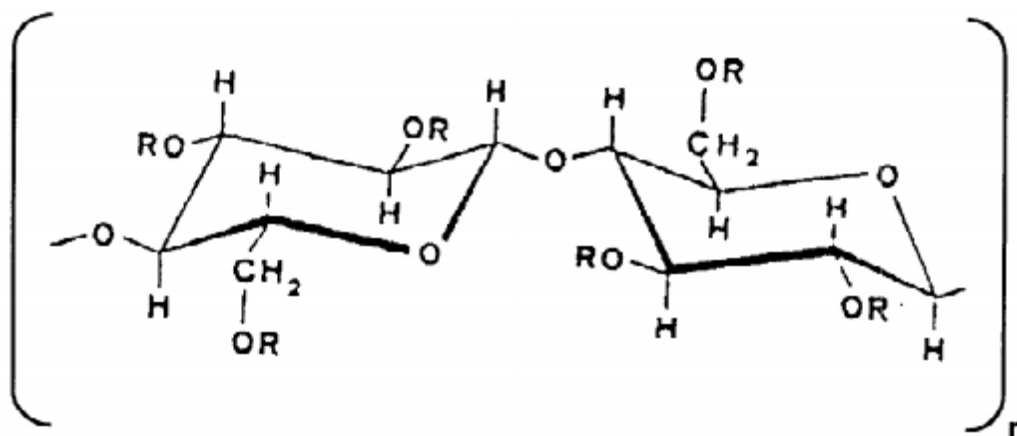
1 INTRODUCTION

A wide range of synthetic aliphatic Polyesters and naturally occurring products are being used as biodegradable polymers for selected applications.

In recent years, copolymers and their blends have attracted the attention of material researchers to obtain intermediate properties with respect to homo-polymers for some specific functions. These interesting properties are attributed to the molecular motions in their amorphous phases. The interphase regions in blends and co-polymers are very important depending on the chemical nature of the doping substances and the type and extent in which they interact with host matrix [1].

Poly(vinyl alcohol) could be considered as a good host material due to good thermo-stability, chemical resistance and film forming ability. PVA is an important material in view of its large scale applications. It is used in surgical devices, sutures, hybrid islet transplantation, implantation, blend membrane, adhesivs and in synthetic cartilage in reconstructive joint surgery [2-6].

Carboxymethyl cellulose (CMC), amajor commercial derivative of cellulose, is a highly water soluble anionic polysaccharide (Fig.1), which is widely used in pharmaceutical, cosmetic, and food applications. In biomedical field, it is used to prevent the postoperative adherences and epidural scarring. It also possesses the advantages of being biodegradable and economic [7].



where $R : -H, -CH_2COONa$

Fig.1. Structure of carboxymethyl cellulose (CMC)

At this work, we study the enhancement of PVA swelling properties by blending with highly absorbent biomaterial (carboxymethyl cellulose) by solution casting method.

2 EXPERIMENTAL SETUP

2.1 MATERIALS AND SAMPLES PREPARATION

The PVA granules with molecular weight of 14000 were supplied from Alpha Group, Cairo, Egypt. Carboxy methyl cellulose sodium salt CAS No. : 9004-32-4 was supplied from Oxford Laboratory, Mumbai, India.

The solution method was used to obtain film samples. This method depends on the dissolution, separately, the weighted amounts of PVA granules and CMC powder in double-distilled water. Complete dissolution was obtained using a magnetic stirrer in a 60°C water bath to prevent thermal decomposition of polymer. To prepare thin films of the homopolymers (PVA and CMC) and the blend of their samples (PVA/CMC) with different weight percentages 100/0, 80/20, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80, and 0/100 wt/wt%, the solutions were mixed together at room temperature with a magnetic stirrer. Thin films of appropriate thickness (about 0.01 cm) were cast onto glass petri dishes (7 cm diameter). The prepared films were kept at room temperature (about 25°C) for 7 days until the solvent completely evaporated and then kept in desiccators containing fused calcium chloride to avoid moisture.

2.2 FTIR SPECTROSCOPY

Transmission infrared spectra of the films were recorded at room temperature. The film was mounted directly in the sample holder.

2.3 SWELLING CHARACTERIZATION

PVP/CMC blend hydrogels with certain weight were immersed into deionized water and taken out at certain time to weight. Swelling degree was calculated as following :

$$\text{Swelling degree} = (G_t - G_d) / G_d \quad (1)$$

Here G_t is the weight of the swollen sample at time t and G_d is the weight of the dry sample.

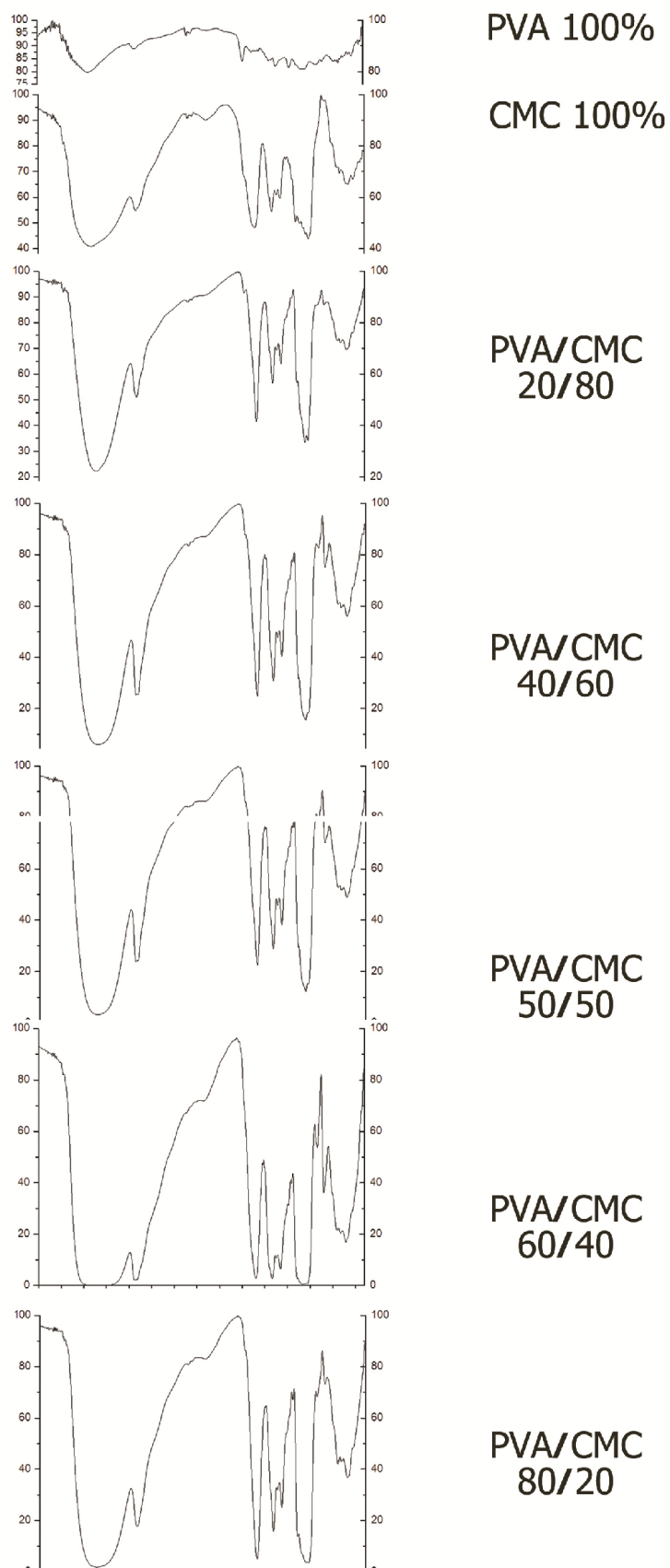


Fig. 2 FTIR spectra of PVA/CMC composites

3 RESULT AND DISCUSSION

3.1 FTIR ANALYSIS

FTIR is performed to identify and characterize the PVA/CMC Blend films. Figure 2 presents the FTIR spectra of the PVA/CMC composites at ratios: 100/0, 20/80, 40/60, 50/50, 60/40 and 80/20 respectively.

3.2 SWELLING ANALYSIS

Fig. 3 represents the swelling analysis of the PVA/CMC composites. It was been observed that there are a variation in swelling ratios where the PVA films had the lowest swelling percentage, The CMC films had the highest swelling percentage and the swelling ratio increases by the increase of CMC content.

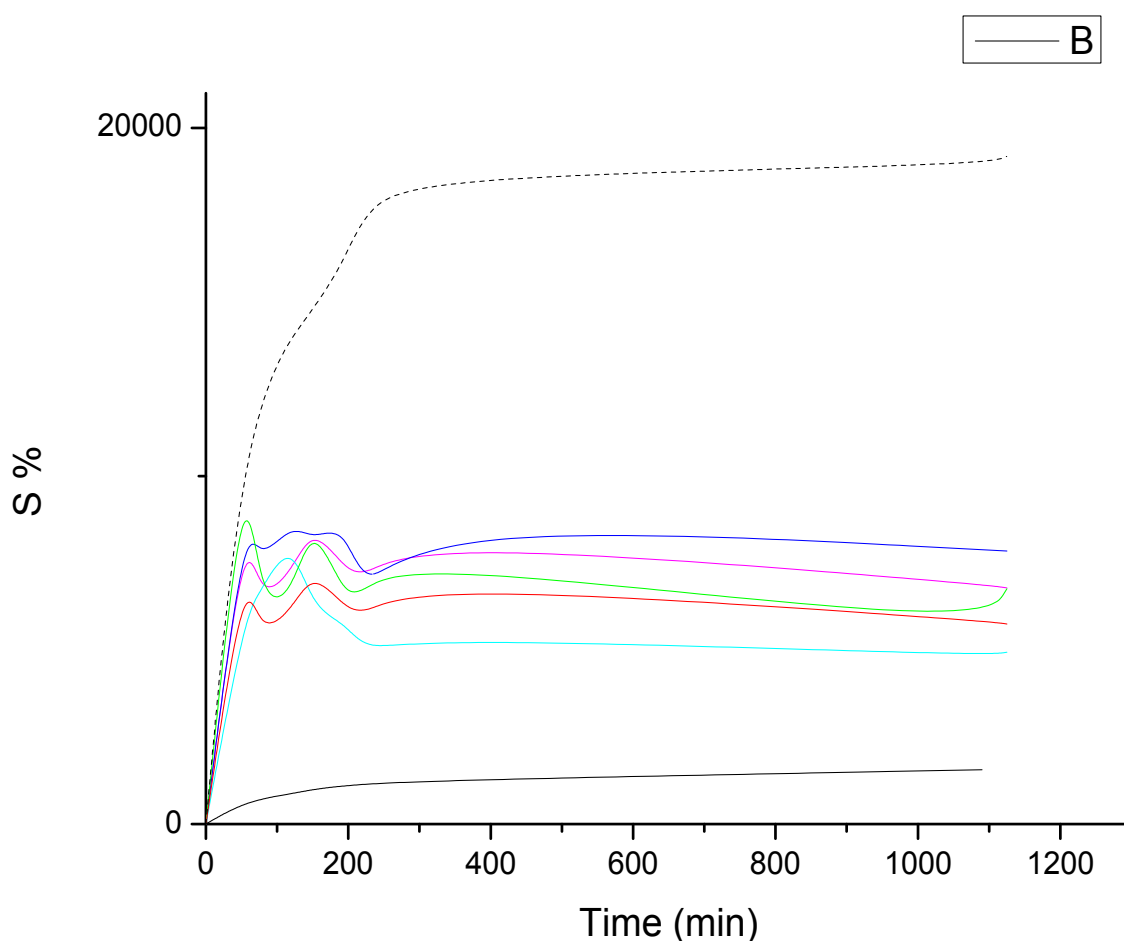


Fig. 3 Swelling percentage of PVA/CMC composites

4 CONCLUSION

Polyvinyl alcohol / carboxymethyl cellulose blend films have been prepared by solution casting technique. FTIR spectra proved the miscibility of the blend system. The swelling percentage of the blends depends on the content of carboxymethyl cellulose. This is because carboxymethyl cellulose have both hydroxyl and carboxyl groups which make it more hydrophilic.

REFERENCES

- [1] Guirguis, O.W. and M.T. Moselhey, Thermal and structural studies of poly (vinyl alcohol) and hydroxypropyl cellulose blends. 2011.
- [2] Amin, R., R.A. Adnan, and M.R. Islam, Synthesis and Optimization of PVA based paper lamination adhesives. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2014. 8(4): p. 1836–1841.
- [3] Garrel, D.R., et al., Chronic administration of growth hormone-releasing factor increases wound strength and collagen maturation in granulation tissue. *Journal of Surgical Research*, 1991. 51(4): p. 297-302.
- [4] Kim, J.H., et al., Properties and swelling characteristics of cross-linked poly (vinyl alcohol)/chitosan blend membrane. *Journal of applied polymer science*, 1992. 45(10): p. 1711-1717.
- [5] Peppas, N.A. and E.W. Merrill, Development of semicrystalline poly (vinyl alcohol) hydrogels for biomedical applications. *Journal of Biomedical Materials Research*, 1977. 11(3): p. 423-434.
- [6] Saxena, A.K., et al., Skeletal muscle tissue engineering using isolated myoblasts on synthetic biodegradable polymers: preliminary studies. *Tissue engineering*, 1999. 5(6): p. 525-531.
- [7] Bajpai, A. and A. Giri, Swelling dynamics of a macromolecular hydrophilic network and evaluation of its potential for controlled release of agrochemicals. *Reactive and Functional Polymers*, 2002. 53(2): p. 125-141.

The Concept of Business Ethics as viewed by Jordanian working women

Kainkan Marie

Dept. of Business Administration, University of Tabuk, Saudi Arabia

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

ABSTRACT: The primary objective of this study is to answer the question: “Does the concept of business ethics differ according to gender?”

The present study surveyed 265-workingwomen .Of the 265 questionnaires returned, 15 questionnaires had to be canceled. The primary instrument utilized was a questionnaire developed by the researcher, with modifications recommended by referees. Questions measured on the 5-point Likert scale.

We find that the women in industrial firms, who have a bachelor’s degree, are married and 30 years -less than 40 years report that they understand the concept of business ethics.

KEYWORDS: women, Business ethics, and Jordan.

INTRODUCTION

The principles of ethical reasoning are useful tools for sorting out the good and bad components within complex human interactions. For this reason the study of ethics has been at the heart of intellectual thought since the early Greek philosophers, and its ongoing contribution to the advancement of knowledge and science makes ethics a relevant, if not vital, aspect of management theory.

A code of ethics is often developed by a professional society within a particular profession. The higher the degree of professionalism required of society members, the stronger and, therefore, more enforceable the code. For instance, in medicine, the behavior required is more specific and the consequences are more stringent in the code of ethics for physicians than in the code of ethics for nurses.

Organizations need ethics quality not only to prevent unhealthy behavior but also to inspire superior reasoning and performance. It is only through human nature, and ethics, that we can inspire greater levels of innovation, teamwork, and process breakthroughs that result in sustainable competitive advantages.

Ethical issues are explored starting with international business, then narrowing the focus to domestic business, and finally narrowing it still further to professional ethics.

REVIEW OF THE LITERATURE

R.H. Gray (1990) found that business ethics and social responsibility have failed to “root” because (a) they have remained undefined and imprecise, and (b) organisations have neither the mechanisms for, nor the interest in, their adoption

Gerald Vinten(1990) explored ethical issues starting with international business, then narrowing the focus to domestic business, and finally narrowing it still further to professional ethics. In so doing, the study touches on areas such as bribery and corruption, social marketing, ethics education, capitalism versus socialism, Free-masonry, the religious dimension and professional codes of ethics.

Philip Johnson (1992) argues that, although it is very easy to be cynical, it is indeed possible to operate ethically in business. Drawing upon the author's experiences in his leadership consulting practice with CEOs and company presidents,

and their executive teams, helping them to create the future of their companies and monitor strategies to reach their new destination, the author describes how ethical leaders lead from within.

Nicholas Mauro, Samuel M. Natale, Anthony F. Libertella,(1999) define ethics and examine the controversy surrounding teaching ethics in business schools and traces the link between personal values and business schools, and discuss strategies for developing and maintaining ethical businesses.

Spero Peppas(2002) believes that if similarities and differences with regard to ethics could be identified, universities and businesses would be better equipped to address ethical issues in their operations.

Paul T. Gibbs (1993) describes the role of marketing intervention, designed to overcome barriers to co-operation and applied to the use of codes of ethical conduct.

Lise-Lotte Lindfelt, Jan-Åke Törnroos (2006) made a conceptual and comparative analysis of ethics and value concepts in two research traditions: the stakeholder approach and the business network approach. A conceptual framework is developed that contains tools for conducting research on value co-creation in business networks from an ethical perspective. An exemplifying case study from the paper industry is included.

Mark de Rond (1996) reviews ten criticisms concerning business ethics: six of which question the development of the field in general; and four of which challenge common teaching methods

Gael M. McDonald, Raymond A. Zepp (1989) addressed the question of the difference between social responsibility and ethics. Guidelines for establishing ethical priorities from both the individual, group and organisational perspectives are provided

Diana Winstanley, Jean Woodall, Edmund Heery (1996) suggest a number of alternative ethical frameworks useful in an analysis of HRM, including such elements as: basic human, civil and employment rights, universalism and community of purpose.

Bodo B. Schlegelmilch, Jane E. Houston (1990) explain a survey on corporate ethics undertaken in the UK and point to some reasons why firms choose to have codes of ethics, and why some firms do not. The study concludes by suggesting that further research is needed, especially on the perceived benefits of a corporate code of ethics to organisations.

David P. Schmidt (1992) shows how communication problems and the resolution of interpersonal conflicts present important ethical challenges to networks and presents two overlooked resources in ethical theory – narrative and casuistry – as helpful tools for meeting these challenges and for integrating ethics into networks.

Patrick Maclagan (1994) addresses some common misconceptions and offers clarification. The general aims of ethics programmes are considered, and the importance of experiential learning, in addition to lecture-based inputs, is stressed.

Randi L. Sims(2006) indicate that, while there are some shared views towards business ethics across countries, significant differences do exist between Jamaica and three of the other countries in the study.

Charles Vee, Martin Skitmore(2003) provide results of a small, but representative, questionnaire survey of typical project managers, architects and building contractors concerning their views and experiences on a range of ethical issues surrounding construction industry activities.

All the respondents had witnessed or experienced some degree of unethical conduct, in the form of unfair conduct, negligence, conflict of interest, collusive tendering, fraud, confidentiality and propriety breach, bribery and violation of environmental ethics.

Felix Pomeranz (2004) conveys selected Islamic perspectives on business ethics to encourage debate on the subject in the USA. The objective is to better prepare American businessmen for the ongoing shifts to global management. The revival of Muslim interest in accounting marks a revival of a historic pattern which is thought to have anticipated the rise of bookkeeping in the West.

LIMITATIONS

This research has a number of limitations that must be acknowledged. First, that there may be numerous other variables that contribute to the concept of business ethics and that limit the generalisability of the findings. This limitation provides an opportunity for further research.

Finally, limitation of this study is that the researcher designed the questionnaire, used in this study and the sample size is too small.

PROBLEM OF THE STUDY

The primary problem of this study was to answer the question: "Does the concept of business ethics differ according to the nature of firm activity, the education level of the women, the marital status of the women and the age of the women?"

METHODS

The present study surveyed 265 workingwomen, of the 265 questionnaires returned, 15 questionnaires had to be canceled.

The primary instrument utilized was questionnaire developed by the researcher, with modifications recommended by referees. Questions measured on the 5-point Likert scale.

A pilot version of the questionnaire was tested. Following the factor analysis, Cronbach's alpha reliability coefficients were calculated. The reliability for each variable was above the 0.87 level, which is acceptable.

Each questionnaire included a cover letter from the researcher stressing the importance of the study and requested prompt completion of the survey.

SAMPLE CHARACTERISTICS

A total of 250 women were interviewed. % 45 were married and 33% had a bachelor's degree, while 39% of the sample were in the category between 25- less than 30 years old.

HYPOTHESES

The following hypotheses were examined:

- H1: There are no statistical differences ($\alpha \leq 0.05$) between women due to the nature of firm activity towards the concept of business ethics.
- H2: There are no statistical differences ($\alpha \leq 0.05$) between women due to the education level of the women towards the concept of business ethics.
- H3: There are no statistical differences ($\alpha \leq 0.05$) between women due to the marital status towards the concept of business ethics.
- H4: There are no statistical differences ($\alpha \leq 0.05$) between women due to the age towards the concept of business ethics.

PROCEDURES

Frequencies, mean, standard deviation and percentages were used in data presentation and descriptive hypotheses testing.

Scheffe test and ANOVA, were used to assess the impact of the independent variables on the dependent ones and to assess the degree of relatedness.

RESULTS AND DISCUSSION

SPSS Package was used to assess the reliability aspect of the questionnaire, which appears to be valid and reliable, and provide consistent results in repeated uses and had an acceptable reliability.

To test hypothesis 1 we used SPSS Package and One-Way Analysis of Variance ANOVA, and we found that there are statistical differences towards the concept of business ethics due to the nature of firm activity.

To know which group is significant we ran Scheffe test and we found that the women in industrial firms reported that they have clear documents, become community Involved, maintain Accounting Control and be respectful.

So we rejected the hypothesis.

Table 1. ANOVA test for Nature of the firm activity

	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups				
71.614	34.799	4.340	.016	
Within Groups				
1900.773	8.556			

To test hypothesis 2 we used SPSS Package and One-Way Analysis of Variance ANOVA, we found that there were statistical differences towards concept of business ethics due to education level of the women.

To know which group is significant we ran the Scheffe test and we found the women who have bachelor degree reports that they create a robust culture, defining appropriate values that are used in ways that prevent corruption, structure and design that facilitates ethical behavior, not thwarts it, promotes develops and strengthens character, and hiring employees with a character that has a natural inclination to serve.

So we rejected the hypothesis.

Table 2. ANOVA test for education level of the women

	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups				
72.914	36.878	4.777	.01121	
Within Groups				
1900.879	8.656			

To test hypothesis 3 we used SPSS Package and One-Way Analysis of Variance ANOVA, and we found that there are statistical differences towards concept of business ethics due to marital status of the women.

To know which group is significant we ran the Scheffe test and we found the married women reports that they understand the concept of business ethics:

Truth in advertising, Environmental protection, the balance between transparency and openness and Community relations.

So we rejected the hypothesis.

Table 3. ANOVA test for marital status of the women

	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	72.656	37.059	4.364	.0089
Within Groups	1900.547	8.654		

To test hypothesis 4 we used SPSS Package and One-Way Analysis of Variance ANOVA, we find that there are statistical differences towards concept of business ethics due to age of the women.

To know which group is significant we run Scheffe test and we find the women 30 years -Less than 40 years reports that they understand the concept of business ethics as: Professionalism, Accountability, Avoidance of harassment and discrimination and occupational health and safety.

So we rejected the hypothesis.

Table 4. ANOVA test for age of the women

	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups				
71.614	36.079	4.332	.0188	
Within Groups				
1900.786	8.512			

CONCLUSION

This study was primarily concerned with investigating the role of a number of variables as predictors towards the concept of business ethics.

The empirical findings of this study indicate that some variables have a significant impact towards the concept of business ethics. This can be considered as an important issue.

We found that the women in industrial firms, who have a bachelor's degree, are married and are in the category 30 years -less than 40 years reported that they understood the concept of business ethics.

REFERENCES

- [1] Bodo B. Schlegelmilch, Jane E. Houston (1990), " Corporate Codes of Ethics", Journal of Management Decision , Volume 28 Number 7.
- [2] Charles Vee, CMartin Skitmore(2003)," Professional ethics in the construction industry", Journal of Engineering, Construction and Architectural Management , Volume 10 Issue 2 Page: 117 – 127.
- [3] Diana Winstanley, Jean Woodall, Edmund Heery (1996) , "Business ethics and human resource management: Themes and issues", Volume 25 Issue 6 Page 5 – 12.
- [4] David P. Schmidt (1992) , "Integrating Ethics into Organizational Networks", Journal of Management Development, Volume 11 Issue 4.
- [5] Gael M. McDonald, Raymond A. Zepp (1989)," Business Ethics: Practical Proposals', Journal of Management Development, Volume 8 Issue 1.
- [6] Gerald Vinten(1990)" Business Ethics: Busybody or Corporate Conscience?" ,Journal of Leadership & Organization Development Journal, Volume11 Number 3
- [7] Greg Wood (2005)," The relevance to international mergers of the ethical perspectives of participants", Journal of Corporate Governance, Volume 5 Issue 5 Page 39 – 50.
- [8] Felix Pomeranz (2004) "Ethics: toward globalization" , Managerial Auditing Journal, Volume 19 Issue 1 Page 8 – 14.
- [9] Lise-Lotte Lindfelt, Jan-Åke Törnroos (2006) , "Ethics and value creation in business research: comparing two approaches" , European Journal of Marketing, Volume 40 Issue3/4 Page 328 – 351.
- [10] Mark de Rond (1996)," Business ethics, where do we stand? Towards a new inquiry", Journal of Management Decision. Volume 34 Issue 4 Page 54 – 61.
- [11] Nicholas Mauro, Samuel M. Natale, Anthony F. Libertella,(1999)," Personal values, business ethics and strategic development", Journal of Cross Cultural Management: An International Journal, Volume 6 Issue 2 Page: 22 - 28
- [12] Patrick MacLagan (1994)," Education and Development for Corporate Ethics: An Overview", Journal of Industrial and Commercial Training , Volume 26 Issue 4 Page 3 – 7.
- [13] Paul T. Gibbs (1993)," Customer Care and Service: A Case for Business Ethics", Journal OF International Journal of Bank Marketing , Volume 11 Issue 1.
- [14] Philip Johnson (1992)," Business Ethics Is an Inside Job", Journal of Management Development, Volume11 Issue4.
- [15] Randi L. Sims(2006)," Comparing ethical attitudes across cultures" , Journal of Cross Cultural Management: An International Journal, Volume 13 Issue 2 Page 101 – 113.
- [16] R.H. Gray (1990)" Business Ethics and Organizational Change", Journal of Managerial Auditing, Volume, 5 Number, 2.
- [17] Spero Peppas(2002)," Attitudes towards business ethics: where East doesn't meet West",Journal of Cross Cultural Management: An International Journal , Volume 9 Issue4 Page 42 – 59.

PRINCIPLES OF BUSINESS ETHICS

QUESTIONNAIRE

First Section:

Mark the appropriate answer with (X):

1. Nature of firm activity:

- ☐ Services
- ☐ Industrial
- ☐ Commercial
- ☐ Others

2. Education level:

- ☐ High School (Tawjihi)
- ☐ Bachelor's
- ☐ Graduate study

3. Marital Status:

- ☐ Married
- ☐ Single
- ☐ other

4. Age:

- ☐ Less than 25 years
- ☐ 25- Less than 30 years
- ☐ 30-Less than 40 years
- ☐ 40 years and more

Second Section:

No.	Principles of Business Ethics	Strongly Agree	Agree	Neutral	Disagree	Strongly Disagree
1	Creating a robust culture					
2	Defining appropriate values that are used in ways that prevent corruption.					
3	A structure and design that facilitate ethical behavior, not thwarts it.					
4	Leadership that promote develops and strengthens character.					
5	Hiring employees with a character that has a natural inclination to serve					
6	Be trustful					
7	Keep an open mind					
8	Meet obligations					
9	Have clear documents					
10	Become community Involved					
11	Maintain accounting controls.					
12	Be respectful					
13	Professionalism,					
14	Accountability,					

15	Avoidance of harassment and discrimination					
16	Occupational health and safety,					
17	Truth in advertising,					
18	Environmental protection,					
19	The balance between transparency and openness.					
20	Community relations,					
21	Lobbying					
22	Responsible business practice					

L'Union européenne et la ruée vers les terres agricoles des pays du sud

[The European Union and the rush for farmlands of southern countries]

ABDELKRIM LHAFSSI

Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales – Souissi,
Université Mohamed V – Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: In recent years, the expansion of the international investments in farmlands, commonly known as "land grabbing", lead the European Union to play a major role in this new process. The strong involvement of European investors would not take place without the existence of incentive policies covering several areas ranging from renewable energy, investment, trade, agriculture and aid programs. However, starting from the analysis of these policies coherence for development, we should admit that these policies guidelines contradict the commitments made by the Union within the framework of initiatives and programs against poverty and hunger in the world, in the fact that these investments lead to the displacement and dispossession of rural communities from their land and, therefore, from their livelihoods.

KEYWORDS: land grabbing, incentive policies, coherence for development, poverty, food security, smallholder agriculture, rural communities.

RÉSUMÉ: L'expansion, ces dernières années, des investissements internationaux dans les terres agricoles, communément appelés « accaparement de terres » ou « land grabbing », ont fait de l'Union européenne un acteur majeur dans ce nouveau processus. La forte implication des investisseurs européens n'aurait avoir lieu sans l'existence de politiques incitatives couvrant plusieurs domaines allant de l'énergie renouvelable, l'investissement, le commerce, l'agriculture et les programmes d'aides. Cependant, et en partant de l'analyse de la cohérence de ces politiques aux objectifs de développement, force est de constater que leurs orientations contredisent les engagements pris par l'Union dans le cadre des initiatives et programmes de lutte contre la pauvreté et la faim dans le monde, du fait que ces investissements entraînent le déplacement et la dépossession des communautés rurales de leurs terres, et donc de leur moyen de subsistance.

MOTS-CLEFS: accaparement des terres, politiques incitatives, cohérence pour le développement, pauvreté, sécurité alimentaire, agriculture de petites exploitations, communautés rurales

1 INTRODUCTION

La conjonction des crises mondiales de l'alimentation, de l'énergie, de la finance et de l'environnement, survenues en 2007/2008, a entraîné une réévaluation de la terre considérée désormais comme un bien rare. Cette tendance croissante pousse des investisseurs étrangers à acquérir de vastes surfaces agricoles en dehors de leurs propres frontières pour nourrir les populations de leurs pays et produire des biocarburants. L'expansion de ces exploitations hors frontières, communément appelées « accaparement de terres », est alors devenue un enjeu mondial mettant les terres arables des pays du sud (surtout en Afrique, Asie et Amérique Latine), au centre de toutes les convoitises.

Ces accaparements, qui peuvent prendre plusieurs formes (achat, location, concession...), sont menés par des acteurs du secteur privé (entreprises de l'agro-industrie, fonds d'investissements, banques...), et du secteur public (fonds de pensions,

entreprises publiques ou semi publiques), mais qui bénéficient de l'appui politique et des incitations de leurs Etats d'origine. Ainsi, et en vue de comprendre les contours de cet appui politique, le présent article abordera les moteurs qui ont fait de l'Union européenne un acteur majeur dans ce nouveau processus.

L'analyse de la littérature nous a permis de conclure que l'intervention de l'Union européenne s'effectue à travers deux procédés : soit directement par la participation des capitaux et des sociétés européennes dans l'acquisition des terres, ou indirectement par un ensemble de politiques couvrant plusieurs domaines de l'action publique. Toutefois, dans notre essai, et pour des raisons purement académiques, l'analyse abordera seulement le deuxième aspect, à savoir la relation qui existe entre les politiques publiques de l'Union européenne et l'expansion de l'accaparement des terres dans les pays du sud. En effet, la forte implication des investisseurs européens n'aurait avoir lieu sans l'existence de politiques incitatives couvrant plusieurs domaines allant de l'énergie renouvelable, l'investissement, le commerce, l'agriculture et les programmes d'aides. Cependant, et en partant de l'analyse de la cohérence de ces politiques aux objectifs de développement, force est de constater que leurs orientations contredisent les engagements pris par l'Union dans le cadre des initiatives et programmes de lutte contre la pauvreté et la faim dans le monde, du fait que ces investissements entraînent le déplacement et la dépossession des communautés rurales de leurs terres, et donc de leur moyen de subsistance.

2 LES POLITIQUES DE L'UNION EUROPEENNE COMME MOTEUR DES ACCAPAREMENTS DES TERRES DANS LES PAYS DU SUD

En plus des financements des investissements et des opérations directes d'achats ou de location de terres, la participation des entreprises et des acteurs financiers européens dans l'accaparement des terres a été fortement encouragée par une foule de politiques auxiliaires.

Selon un rapport de l'OCDE [1], le plus grand groupe d'acteurs financiers du secteur privé impliqué dans les terres agricoles et les investissements dans les infrastructures agricoles est basé en Europe (environ 44%). Parfois mêmes, les intérêts des Etats européens s'alignent directement avec celle de leurs sociétés. L'Etat Italien, par exemple, détient 30 pour cent des actions du géant italien de l'énergie ENI, qui s'engage actuellement dans un investissement de plusieurs milliards de dollars dans la République du Congo, dans le but de développer 70 000 hectares de terres non exploitées pour la production des biocarburants [2]. La perspective de réaliser de hauts rendements constitue l'objectif réel pour de tels investissements, bénéficiant des incitations et opportunités offertes par plusieurs politiques adoptées au sein des institutions de l'Union européenne, et plus particulièrement celles concernant les domaines de l'énergie renouvelable, l'investissement, le commerce, l'agriculture et les programmes d'aide.

2.1 POLITIQUE DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE

La perspective d'instaurer un marché européen stable et lucratif pour les biocarburants a constitué, pour les acteurs européens, un des principaux facteurs déclencheurs de l'accaparement des terres dans les pays du Sud. D'ailleurs, l'intérêt accordé par l'Union européenne aux énergies renouvelables ne date pas d'aujourd'hui. Depuis les années 1990, et d'après de nombreux documents officiels [3], l'Union européenne avait déjà présenté trois arguments principaux justifiant l'importance d'une telle politique : elle offre un approvisionnement plus sûr en énergie pour l'Europe, procure des économies de gaz à effet de serre, et assure un développement économique dans les régions rurales où elles sont produites.

En 2009, le Parlement européen a adopté la « *directive sur les énergies renouvelables* » qui vise à assurer un approvisionnement beaucoup plus sûr en énergie, en limitant la dépendance de l'Union aux fluctuations du marché mondial. La directive trace deux principaux objectifs. D'abord, en 2020, 20% de toute l'énergie consommée dans l'Union européenne doit provenir de sources renouvelables, différemment des objectifs tracés individuellement par les États membres. Deuxièmement, en 2020, les États membres doivent veiller à ce que 10% du total de leur carburant de transport routier provient de l'énergie renouvelable.

Pour atteindre ces objectifs, les sociétés européennes se sont directement impliquées dans l'acquisition de terres pour la production des biocarburants, en augmentant la plantation industrielle de produits agricoles comme le maïs, le soja et la canne à sucre, mais aussi celle du palmier à huile et du jatropha, et ce en pleine complicité avec les gouvernements des États hôtes en Asie, en Amérique latine, mais surtout en Afrique où les entreprises européennes semblent dominer les acquisitions de terres destinées à la production des biocarburants. En Éthiopie, où la pression sur la terre est très forte, plus d'un million d'hectares est concédé aux sociétés de biocarburants pour y planter principalement du jatropha [4]. Il y a également de grandes superficies destinées à la culture du ricin, de palmiers à huile, du sorgho, du maïs et du tournesol [5]. Parmi les entreprises présentes figurent l'entreprise allemande Flora Copower et les entreprises britanniques Sun Biofuel et Cams. Sur un autre plan, l'Union européenne a signé, en 2010, un accord tripartite regroupant le Mozambique et le Brésil, dans lequel

ce dernier s'engage à développer la production des biocarburants au Mozambique pour l'exporter à l'Europe [6]. Cet accord a été qualifié par l'ONG « les Amis de la Terre International » de « la charte d'appropriation de terrain ».

Cependant, les effets pervers des biocarburants sur l'agriculture (déforestation, disparition de cultures vivrières, augmentation du prix des denrées alimentaires) ont amené les gouvernements de l'Union européenne à revoir à la baisse leurs ambitions, en adoptant le 13 Juin 2014 un accord pour plafonner à 7% la part des biocarburants destinés aux transports. Sur la base de cet accord, des négociations vont être engagées avec le Parlement européen qui s'est prononcé dès septembre 2013 pour plafonner à 6 % la part des biocarburants produits à partir de céréales ou de diverses plantes sucrières et oléagineuses.

2.2 POLITIQUE DE L'INVESTISSEMENT DIRECT ÉTRANGER

Avec l'entrée en vigueur du traité de Lisbonne le 1^{er} décembre 2009, et dans le cadre de la politique commerciale commune, la compétence pour l'investissement direct étranger a été centralisée par l'Union. Avec ce transfert de compétence, il lui appartient désormais d'élaborer une politique d'investissement commune et de développer les étapes législatives permettant de clarifier le statut des traités bilatéraux d'investissement existants ainsi que la négociation d'autres nouveaux traités.

Bien qu'il y ait une réelle opportunité au cours de la période de transfert en cours pour remédier à certaines des lacunes des traités bilatéraux d'investissement que les Etats membres ont signés individuellement, et dans le but d'assurer une garantie explicite de sécurité juridique en ce qui concerne les conditions auxquelles sont soumis les investisseurs, la plupart des pratiques prévues par ces traités devraient rester en vigueur en préservant le statu quo. Il s'agit notamment des principes tels que « les clauses de stabilisation » qui visent à immuniser les investisseurs de toute modification de la loi de l'État d'accueil sur la durée du projet d'investissement. Si l'investisseur se sent « indirectement exproprié » ou « traité injustement » à la suite des changements politiques dans le pays d'accueil, telles que les mesures visant à soutenir l'agriculture paysanne, l'investisseur pourrait avoir recours à l'arbitrage international dans le but de contourner la réglementation de l'État hôte. Dans l'ensemble, la politique de l'Union européenne relative aux investissements directs étrangers n'a donc pas modifié l'équilibre fondamental des pouvoirs entre les investisseurs et les pays d'accueil dans lequel l'accent est mis fermement sur les intérêts des investisseurs plutôt que sur les obligations. Étant donné que six pays sont parmi les plus gros investisseurs dans le stock extérieur d'investissements directs étrangers en agriculture, une telle politique d'investissement est susceptible d'agir comme un stimulant pour les acquisitions de terres à grande échelle [7].

2.3 POLITIQUE COMMERCIALE ET ACCORDS DE LIBRE-ÉCHANGE

En 2001, l'Union européenne a adopté l'initiative « Tout sauf les armes », dans laquelle les importations de l'Union des pays les moins avancés du monde seraient libres de tous droits ou restrictions, à l'exception des armes et munitions.

Même si un tel accord peut sembler superficiel, il a, en revanche, stimulé la course vers les terres fertiles au niveau mondial. Un des secteurs les plus illustrant de ce processus est l'industrie sucrière. Le phénomène touche de nombreux pays pauvres, mais le cas du Cambodge représente l'exemple phare. En effet, depuis 2008, 2,6 millions d'hectares, soit 76 % des terres arables, sont passées des mains des paysans cambodgiens à celles d'entreprises agricoles, pour produire et exporter essentiellement du sucre et du caoutchouc [8]. Parmi les entreprises incriminées figure le groupe thaïlandais Mitr Phol. Le géant du sucre en Asie et cinquième producteur mondial est en effet titulaire de 20 000 hectares de concession sucrière [9], dont la grande partie de sa production s'exporte vers l'Europe.

Malgré une législation nationale limitant la taille des concessions de terres à 10000 hectares [10], des entreprises ont pu contourner ses dispositions, juste pour la production de la canne à sucre [11], entraînant l'éviction des villageois de leurs terres. Cependant, et malgré les violations flagrantes de la loi et des droits de l'homme, l'Union européenne a refusé d'abroger son accord « Tout sauf les armes » avec le Cambodge, rejetant l'idée selon laquelle sa politique de commerce du sucre est liée à cet accaparement des terres.

2.4 POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE

La politique agricole commune, de sa part, a amplement stimulé l'intérêt grandissant de l'Union européenne aux terres agricoles. En effet, au cours des dix dernières années, l'Union est devenue le plus grand importateur mondial de denrées alimentaires [12] (devant la Chine) et donc le plus grand utilisateur des terres agricoles ne se trouvant pas sur son territoire, ce que les experts qualifient de « terres virtuelles ».

Le système de l'industrie agroalimentaire de l'Europe devient de plus en plus gourmand de terres du fait que 60% de terres utilisées pour répondre à la demande de l'Europe pour les produits agricoles et forestiers provient de l'extérieur de ses frontières [13]. En 2007/08, et selon une étude réalisée par Harald Von Witzke [14], l'importation de l'Union européenne de terres était proche de 35 millions d'hectares, une superficie presque égale à celle de l'Allemagne.

Le système de subventions agricoles, qui constitue le socle de la politique agricole commune, est soupçonné être un autre facteur central générant l'augmentation de la consommation des terres par l'Union européenne, surtout dans les frontières intra-murales. Les réformes de la politique agricole commune ont été toujours pour l'octroi de subventions aux grandes exploitations, et ont en revanche encouragé l'abandon de la production des petits exploitants. En 2009 par exemple, 8,6% des exploitations agricoles en Hongrie concentrent 72% des subventions agricoles de la politique agricole commune [15]. Récemment, la réforme adoptée par l'accord européen du 26 juin 2013 prévoit pour les subventions directes un prix unique à l'hectare et non plus suivant la production ou la filière [16].

En adoptant ce nouveau régime, les politiques publiques au niveau des États européens, et au lieu de soutenir la production durable des agriculteurs locaux, encouragent des modes de production qui contribuent à la concentration des terres entre les mains des sociétés, et rendent les pays membres (surtout la Roumanie et la Hongrie) encore plus intéressants pour les investisseurs étrangers. L'objectif prévu est donc d'exploiter la terre intensivement à travers l'encouragement des grosses exploitations.

Les réformes de la politique agricole commune ont également mis l'accent sur le renforcement de la compétitivité internationale de l'industrie agroalimentaire européenne [17]. Un élément essentiel de cette compétitivité est l'accès aux matières premières bon marché que l'Union européenne importe 23% de sa charge [18]. Cette réforme a été précédée par l'adoption en 2008, d'une stratégie dénommée « Initiative sur les matières premières », visant à sécuriser l'approvisionnement des entreprises européennes en matières premières à moindre coût. L'une des voies pour y arriver est l'accès aux terres à l'extérieur de l'Europe. Par exemple, l'Union européenne est le deuxième plus grand importateur de soja (une des deux principales sources de matières premières) après la Chine. La plupart de cette demande de matières premières est remplie par l'importation de soja cultivé sur de vastes monocultures en Amérique du Sud. En termes d'utilisation des terres à l'étranger, les importations de l'Union européenne de plus de 40 millions de tonnes de protéines végétales, principalement le soja, représente une superficie d'environ 20 millions d'hectares [19].

2.5 LES PROGRAMMES D'AIDE À LA RÉFORME DES POLITIQUES FONCIÈRES

Un dernier input qui explique l'implication de l'Union européenne dans les transactions foncières à but agricole est l'aide publique aux réformes des politiques foncières dans les pays cibles, avec l'approbation par le Conseil et le Parlement européens, en 2004, de l'initiative « *orientations de l'Union européenne visant à soutenir l'élaboration de la politique foncière et les processus de réforme de cette politique dans les pays en développement* ». Ces orientations contiennent de nombreux éléments progressistes et cruciaux reconnaissant le fait que l'accès à la terre et ses ressources produit des revenus, de l'emploi et des recettes d'exportation. Toutefois, il s'avère que l'objectif primordial de cette initiative, est de préparer la plateforme pour les investisseurs européens et améliorer le climat d'investissement leur permettant de tirer profit des avantages dont disposent les pays ayant des quantités abondantes de terres arables, mais qui ne sont pas exploitées. A cet égard, la Banque européenne pour la reconstruction et le développement joue un rôle capital dans la mise en place et le suivi de ces politiques. Elle conseille activement aux gouvernements de modifier les politiques et les pratiques de propriété foncière, de façon à ce que les investisseurs étrangers bénéficient de plus d'incitations, poursuivant ainsi l'esprit de la politique de la Banque Mondiale dans ses approches visant la réforme des politiques foncières.

3 L'UNION EUROPEENNE FACE A SES RESPONSABILITES DANS L'ERADICATION DE LA PAUVRETE ET LA FAIM DANS LES PAYS DU SUD

Comme mentionné ci-dessus, les politiques de l'Union européenne ont entraîné des impacts négatifs sur la sécurité alimentaire, l'accès des petits agriculteurs à la terre, le développement rural, et les droits humains des populations rurales. Cette partie essaye d'expliquer comment les politiques, ayant favorisé l'accélération de l'accaparement des terres dans les pays en développement, illustrent un désengagement de l'Union européenne et de ses Etats membres de leurs responsabilités et leurs obligations envers ces pays, et ce en termes du droit international et des objectifs du développement prévus par les instruments juridiques de l'Union. Cette question sera abordée sous l'angle de la cohérence des politiques pour le développement.

La cohérence des politiques pour le développement se fonde sur l'article 208 du traité sur le fonctionnement de l'Union qui stipule que :

L'objectif principal de la politique de l'Union dans le domaine de la coopération au développement est la réduction et, à terme, l'éradication de la pauvreté. L'Union tient compte des objectifs de la coopération au développement dans la mise en œuvre des politiques qui sont susceptibles d'affecter les pays en développement.

En dehors du traité de Lisbonne, la cohérence pour le développement est aussi inscrite dans de nombreux instruments juridiques de l'Union européenne [20]. Elle implique la prise en compte des besoins et intérêts des pays en développement dans les politiques non-aides, reconnaît que la coopération au développement ne peut pas répondre aux besoins des pays en développement, et que les politiques de l'Union européenne dans des domaines autres que le développement ne doivent pas contredire les politiques de développement.

Bien qu'il soit difficile d'évaluer dans quelle mesure les politiques de l'Union européenne œuvrent dans la réalisation des objectifs de développement, il serait légitime de considérer en revanche que la cohérence pour le développement doit veiller à ce que les politiques de l'Union européenne ne contredisent pas ouvertement ces objectifs, ne compromettent pas le développement économique et humain et ne nuisent pas aux politiques des pays en développement. Dans ce contexte, l'impact des politiques de l'Union entraînant des accaparements peut être évalué en fonction de quelques objectifs de développement de l'Union européenne établis par la Commission européenne dans ses documents officiels.

En rapport avec l'objectif visant l'éradication de la pauvreté et la faim dans les pays en développement, les questions de la sécurité alimentaire, l'agriculture durable, le développement de l'agriculture et les aides aux petites exploitations deviennent cruciales dans la cohérence pour le développement, et interpellent le rôle joué par l'Union européenne dans le développement des pays du sud.

3.1 LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'Union européenne est fortement engagée à accroître les investissements dans l'agriculture durable et la sécurité alimentaire, en particulier dans les pays en développement [21]. Elle insiste sur le soutien aux personnes vulnérables d'une manière durable, à lutter contre les inégalités, notamment pour donner aux pauvres un meilleur accès à la terre, la nourriture, l'eau et l'énergie sans nuire à l'environnement [22]. La priorité devrait aller aux pratiques développées localement en se concentrant sur les moyens de subsistance dans les zones rurales [23]. Dans le cadre de sa stratégie sur la sécurité alimentaire, l'Union européenne fait du développement agricole des petites exploitations, la gouvernance, l'intégration régionale et des mécanismes d'aide aux populations vulnérables une priorité [24], en plus de l'intensification de l'agriculture écologiquement efficace pour les petits exploitants agricoles, en particulier les femmes [25]. Le Conseil de l'Union européenne a spécifiquement souligné le potentiel qu'offrent les producteurs pauvres et les petits exploitants pour contribuer de manière durable à répondre à la future demande alimentaire [26]. La Commission européenne reconnaît que « les stratégies en matière de sécurité alimentaire doivent être propres à chaque pays et adoptées par chaque pays et assurer un équilibre approprié entre le soutien à la production nationale et une couverture des besoins alimentaires par le commerce » [27].

Cependant, alors que la Commission a expressément annoncé que la cohérence pour le développement en matière de sécurité alimentaire sera encouragée par un ensemble d'instruments politiques dans les domaines de l'agriculture, du commerce, de la pêche, du changement climatique, de l'environnement et de la recherche [28], il semble que les politiques de l'Union européenne motrices de l'accaparement des terres conduisent à des effets contraires aux objectifs de développement de l'Union. Elles mettent en danger les petits agriculteurs et encouragent les grandes exploitations, qui affectent principalement les personnes vulnérables. Elles créent une dépendance des pays en situation d'insécurité alimentaire aux marchés internationaux et aux importations, plutôt que de les soutenir pour atteindre l'autonomie alimentaire.

3.2 L'AGRICULTURE DURABLE

La Commission européenne estime également que « le défi majeur pour l'agriculture consiste à parvenir à nourrir 9 milliards de personnes d'ici 2050 sans dégrader et polluer davantage les sols » [29]. Elle évalue en outre que « La dégradation des sols est directement liée à l'agriculture, et elle a une incidence directe sur quelque 1,5 milliard de personnes, dont 42 % des démunis de la planète » [30]. Néanmoins, l'Union européenne a créé des pressions importantes sur les terres à travers ses politiques commerciale, agricole et énergétique, en réaffectant l'utilisation économique des terres à d'autres secteurs moins importantes que la sécurité alimentaire. Ainsi, malgré le défi d'avoir suffisamment de terres arables de bonne qualité pour nourrir le monde, l'Union européenne a créé la nécessité d'utiliser des millions d'hectares pour accroître la production des matières premières destinées soit aux biocarburants soit à l'industrie agroalimentaire, contredisant ses engagements prévus

par sa stratégie de 2006 relative aux biocarburants, dans laquelle la commission s'engage à ce que « *l'Union européenne fera en sorte que les mesures proposées pour le développement des biocarburants soient totalement cohérentes avec sa politique de développement* » [31].

3.3 L'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ

La Commission européenne vise à soutenir l'agriculture des pays en développement pour les aider à se prémunir contre les chocs (tels que la rareté des ressources et de l'offre, la volatilité des prix) et jeter ainsi les bases d'une croissance durable [32]. Elle a mis en place plusieurs instruments financiers pour soutenir l'agriculture et le développement rural, et a établi le soi-disant « *facilité alimentaire* » qui prévoyait un financement sur la période 2008-2011 pour répondre rapidement à la crise des prix alimentaires de 2008 [33]. Ses objectifs comprennent l'augmentation de l'offre et le traitement direct des effets de la volatilité des prix alimentaires sur les populations locales.

Pourtant, les politiques stimulant les accaparements des terres, et plus particulièrement celle envisageant le développement des biocarburants, jouent, avec d'autres facteurs, un rôle non négligeable dans la forte volatilité des prix. La Commission européenne elle-même indique dans ses documents de développement que les niveaux des prix élevés des denrées alimentaires et la volatilité associée sont le résultat de nombreux facteurs interdépendants dont les fortes augmentations de la consommation de certaines matières premières (comme le maïs) pour la production de biocarburants en raison des prix élevés du pétrole [34]. Tout en notant que les biocarburants peuvent offrir des opportunités pour le développement rural, la Commission a en outre souligné les risques y afférents :

« Au niveau local, des problèmes d'accès des petits agriculteurs, populations pastorales ou tributaires des forêts à la terre et aux autres ressources naturelles peuvent survenir. [...] La production à grande échelle peut affecter les communautés agricoles par l'utilisation excessive de l'eau, les engrais et les pesticides. La dégradation de l'environnement, la pénurie et la contamination de l'eau ont le potentiel d'affecter gravement la sécurité alimentaire d'une communauté, avec des impacts négatifs possibles sur les moyens de subsistance » [35].

3.4 LES AIDES AUX PETITES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Dans toutes ses politiques de développement, l'Union européenne reconnaît l'importance de l'accès à la terre, la sécurité foncière et les droits d'utilisation. Ce sont, selon la Commission européenne, « *des conditions préalables à une plus grande productivité des petites exploitations agricoles* » [36]. Elle a lié ces questions à la gouvernance démocratique et aux investissements responsables, qui constituent des instruments clés pour assurer une utilisation durable et équitable des terres [37]. Selon sa politique de développement, « *la bonne gouvernance, dans ses dimensions politique, économique, sociale et environnementale, est vital pour le développement inclusif et durable* » [38]. Dans le cadre de cet effort, la corruption doit être abordée comme une question de priorité [39].

Cependant, et en négligeant ces principes, les investisseurs acquièrent de grandes surfaces en prétendant qu'il y a une abondance de terres « *vacantes* » ou « *sous utilisées* ». Certes, ces acquisitions n'auraient avoir lieu sans la complicité des gouvernements locaux, entraînant un nivellement par le bas en matière de normes sociales pour attirer les investissements, mais elles ignorent que la population locale utilise ces terres pour des pâturages, pour la chasse, la pêche, pour récolter du bois à brûler, cueillir des fruits, des légumes, des plantes médicinales, des champignons, du miel, ou elle donne même accès à de rares sources d'eau ; et elles fournissent un espace de jachère pour la régénération du sol, aussi bien que pour des « *cérémonies sacrées* » [40]. Les pasteurs dépendent de grandes surfaces de terres lorsqu'ils déplacent leurs troupeaux selon la disponibilité des pâturages et de l'eau [41]. La privation de ces populations de leurs ressources est en mesure d'alimenter les conflits fonciers locaux.

En outre, les transactions foncières profitent essentiellement aux élites locales et aux investisseurs européens. En effet, au lieu d'être « *responsables ... à tous les stades de la chaîne de valeur agricole* » [42], les investissements privés incontrôlés cherchent généralement à maximiser leurs profits, souvent au détriment de la population rurale pauvre. A cela il faut ajouter que la surexploitation des sols, à travers l'encouragement de la monoculture, les rendent moins productifs et portent atteinte à la biodiversité.

4 CONCLUSION

Partant du fait que l'éradication de la pauvreté constitue un objectif primordial des politiques de développement, tel qu'il est consacré dans le traité de Lisbonne, la preuve jusqu'à présent montre que les politiques de l'Union européenne, ayant trait à l'accaparement des terres, ont plutôt tendance à pousser plus profondément des milliers de personnes à travers le

monde dans la pauvreté. Si des réformes de gouvernance devraient être entreprises pour promouvoir la gestion durable et transparente des ressources naturelles, elles devraient être conçues « *plus particulièrement au regard de la dépendance des pauvres vis-à-vis de ceux-ci, et notamment des petits exploitants agricoles* » [43]. Toutefois, on constate que les politiques européennes, au contraire, encouragent des changements de gouvernance qui affectent particulièrement les pauvres.

Les investissements portés par l'Union européenne au nom de la sécurité alimentaire des populations rurales des pays en développement illustrent une tendance claire : promouvoir d'abord les intérêts économiques et géostratégiques de l'Union, en reléguant les objectifs de lutte contre la pauvreté dans ces mêmes pays à un second ordre. D'une part, par défaut de régulation ou de mise en œuvre des règles existantes, les bénéfices pour les populations locales et l'agriculture familiale sont loin d'être assurés. D'autre part, si des investissements étrangers sont jugés pertinents pour répondre aux processus de développement local, ils doivent alors faire l'objet d'un encadrement beaucoup plus rigoureux pour réellement atteindre les objectifs fixés dont la lutte contre l'insécurité alimentaire. L'Union européenne est ainsi appelée à montrer l'exemplarité et de veiller à la cohérence de ses actions de développement avec ses engagements internationaux en matière de lutte contre la faim et la pauvreté, en accordant la priorité aux acteurs économiques locaux, au lieu de soutenir les grandes entreprises multinationales. Pour que l'Union européenne honore ses obligations en matière des objectifs du développement, elle est appelée à interdire l'accaparement des terres et soutenir le droit à l'alimentation, abandonner ses objectifs de production des biocarburants dans la Directive sur l'Energie Renouvelable, réformer sa politique d'investissement d'une centrée sur les intérêts des investisseurs à une centrée sur les obligations, repenser sa politique commerciale, et élaborer une stratégie cohérente, progressive et ambitieuse du développement rural.

RÉFÉRENCES

- [1] OCDE, « Private Finance Sector Investment in Farmland and Agricultural Infrastructure », 2010
- [2] Avenirs Energétiques, « Les investissements d'Eni dans les sables bitumineux et les palmiers à huile dans le Bassin du Congo », rapport publié par Heinrich Böll Foundation, novembre 2009, p 10.
[En ligne] Accessible sur www.rpdh-cg.org/download/file/fid/37
- [3] - Directive 2003/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports.
- Conseil consultatif de recherche sur les biocarburants (BIOFRAC), « Biocarburants dans l'Union européenne. Une vision pour 2030 et au-delà », 2006.
- [4] [5] Grain, ONG, « La nouvelle ruée vers l'Afrique », octobre 2007
- [6] Le Brésil avait déjà signé des accords bilatéraux pour le développement des biocarburants avec l'Allemagne, la Suède, les Pays-Bas, le Danemark, la France, l'Italie et le Royaume-Uni.
- [7] [8] A. Graham, S. Aubry, et al. "The Role of the EU in Land Grabbing in Africa.", 2011, [en ligne] accessible sur : <http://www.future-agricultures.org/papers-and-presentations/conference-papers-2/1292-the-role-of-the-eu-in-land-grabbing-in-africa-cso-monitoring-2009-2010-advancing-african/file>, consulté le 03 février 2015
- [9] T. Lescuyer, « accaparement des terres au cambodge : l'Union européenne face à ses responsabilités », Mars 2014, [en ligne] accessible sur : <http://www.novethic.fr/empreinte-terre/agriculture/isr-rse/accaparement-des-terres-au-cambodge-lunion-europeenne-face-a-ses-responsabilites-142267.html>
- [10] L'article 59 de la Loi foncière de 2001 ;
- [11] Représentant spécial du Secrétaire général des Nations Unies sur les droits de l'homme au Cambodge, Bureau du Haut Commissaire aux Droits de l'homme au Cambodge, « Economic land concessions in Cambodia : A human rights perspective », juin 2007, p. 1
- [12] Commission européenne, Direction générale de la communication, Information des citoyens, « Agriculture : Un partenariat entre l'Europe et les agriculteurs », Novembre 2014
- [13] Friends of the Earth Europe (les Amis de la Terre Europe) (ONG). « Europe's Land Import Dependency », Brussels, 2011 ;
- [14] Harald Von Witzke est professeur à l'Université Humboldt de Berlin. Son étude, réalisée en 2010, s'intitule « Production et commerce agricoles de l'Union européenne : Quelles pistes pour éviter la course aux terres agricoles hors d'Europe ? » ; citée par <https://www.presse-cbc.be/wp-content/uploads/2013/07/Dossier-de-presse-Libramont-2013-1.pdf>
- [15] European Coordination Via Campesina et Hands off the Land network (ONGs), « Land concentration, land grabbing and people's struggles in Europe », publié par l'Institut Transnational (TNI), 2013, p.129;
- [16] Règlement (UE) No 1307/2013 du parlement européen et du conseil du 17 décembre 2013 établissant les règles relatives aux paiements directs en faveur des agriculteurs au titre des régimes de soutien relevant de la politique agricole commune et abrogeant le règlement (CE) n o 637/2008 du Conseil et le règlement (CE) n o 73/2009 du Conseil

- [17] Commission des Communautés Européennes, « Une chaîne d'approvisionnement alimentaire plus performante en Europe », COM(2009) 591 final, 28 Octobre 2009
- [18] OMC, Rapport sur le commerce mondial 2010 : le commerce des ressources naturelles, Genève, 2010, p.59
- [19] Parlement Européen, « le déficit de l'Union en protéines végétales: quelle solution à un problème ancien ? », Commission de l'agriculture et du développement rural, Rapporteur: Martin Häusling, A7-0026/2011, février 2011
- [20] Voir à ce propos : Confédération européenne des Organisations Non-Gouvernementales d'urgence et de développement (CONCORD), « Pleins feux sur la Cohérence des Politiques au service du Développement : Une disposition du traité de Lisbonne. Une obligation au regard des droits humains », 2011
- [21] [22] [23] [32] [38] [39] [43] Commission Européenne, « Accroître l'impact de la politique de développement de l'Union européenne: un programme pour le changement », COM(2011) 637 final, le 13 octobre 2011.
- [24] [25] [27] [28] [36] [42] Commission européenne, « Un cadre stratégique de l'Union européenne pour aider les pays en développement à relever les défis liés à la sécurité alimentaire », COM(2010)127 final, le 31 Mars 2010.
- [26] Conseil de l'Union européenne, « Conclusions du Conseil sur un cadre stratégique de l'Union européenne pour aider les pays en développement à relever les défis liés à la sécurité alimentaire », 3011ème session du Conseil AFFAIRES ETRANGERES, Bruxelles, le 10 mai 2010
- [29] [30] Commission européenne, « Rio+20: vers une économie verte et une meilleure gouvernance », COM(2011) 363 final, 20 Juin 2011, pp. 7-8
- [31] Commission européenne, « Stratégie de l'Union européenne en faveur des biocarburants », COM(2006) 34 final, 08 février 2006, p. 17
- [33] Règlement (CE) No 1337/2008 du Parlement Européen et du Conseil, du 16 décembre 2008, portant établissement d'une facilité de réponse rapide à la flambée des prix alimentaires dans les pays en développement.
- [34] [35] [37] European Commission, « Accompanying document to the communication from the commission to the Council and the European parliament: An EU policy framework to assist developing countries in addressing food security challenges » SEC(2010)379 final (31 March 2010), pp. 8-9
- [40] [41] Le Réseau Foi et Justice Afrique-Europe (AEFJN), « La Banque Mondiale et l'accaparement de terres », [en ligne] accessible sur : <http://www.aefjn.org/index.php/materiel-410/articles/la-banque-mondiale-est-un-acteur-important-dans-le-phenomene-daccaparement-de-terres.html>, consulté le 03 février 2015.

SARCOME EPITHELIOIDE PLEURAL : A PROPOS D'UN CAS ET REVUE DE LA LITTÉRATURE

[Pleural epithelioid sarcoma: A case report and review of the literature]

Meryem Lamchahab, Layla Tahiri, Laila Chbani, Taoufiq Harmouch, and Hind El Fatemi

Department of Pathology, Hassan II Teaching Hospital, University Sidi Mohammed Ben Abdallah, Fez, Morocco

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

ABSTRACT: The epithelioid sarcoma proximal type is an aggressive malignancy tumor affecting young adults and expressing epithelial markers and CD34 (50% of cases). We report a case of epithelioid sarcoma proximal type in pleural localization in a young female 26 years. Through our observation we will illustrate the misleading and aggressive nature of this tumor that presents a diagnostic trap. The diagnosis is strictly pathological and need to carry out a thorough pathological examination.

KEYWORDS: epithelioid sarcoma; proximal type; aggressive tumor; CD34; pathological examination.

RESUME: Le sarcome épithélioïde de type proximal est une tumeur maligne agressive affectant les adultes jeunes et exprimant les marqueurs épithéliaux et le CD34 (50% des cas). Nous rapportons un cas d'un sarcome épithélioïde de type proximal de localisation pleurale chez une jeune de 26 ans. A travers notre observation nous allons illustrer le caractère trompeur et agressif de cette tumeur qui présente un piège diagnostique et met en jeu le pronostic vital. Le diagnostic positif est strictement anatomopathologique d'où l'intérêt de réaliser un examen anatomopathologique minutieux.

MOTS-CLEFS: sarcome épithélioïde; type proximal; tumeur agressive; CD34; examen anatomopathologique.

1 INTRODUCTION

Le sarcome épithélioïde de type proximal représente moins de 1% de l'ensemble des sarcomes des tissus mous. La localisation pleurale est exceptionnelle. L'objectif de ce travail est de présenter un cas rare d'un sarcome épithélioïde pleural métastatique, de souligner les difficultés diagnostiques, les caractéristiques épidémiologiques et histopronostiques du sarcome épithélioïde proximal.

2 OBSERVATION

Il s'agit d'une patiente de 26 ans qui a consulté pour une dyspnée d'aggravation progressive associée à des douleurs de l'hémichamp thoracique droit type pleural. A l'examen physique, on note un syndrome d'épanchement liquidien de l'hémichamp thoracique droit. Une radiographie thoracique de face a montré une opacité de tonalité hydrique du même endroit complétée par une TDM thoracique qui a objectivé un épanchement pleural liquidien de grande abondance cloisonné associé à un épaississement pleural sans masse individualisable.

Les biopsies pleurales réalisées à la thoracoscopie ont posé le diagnostic d'un sarcome épithélioïde après avoir éliminé un sarcome d'Ewing par la négativité de l'étude FISH, un mésothéliome par la négativité de la calrétinine et la CK5/6, un lymphome et un carcinome neuroendocrine et un mélanome par la négativité des marqueurs lymphoïdes, des neuroendocrines et des mélaniques.

Devant l'aspect épithélioïde des cellules tumorales disposées en amas ou en travées sur un fond fibreux avec la présence de larges plages de nécrose, et la positivité des cellules tumorales à l'anticorps anti-vimentine, anti-CD34 et anti-CK19, le diagnostic d'un sarcome épithélioïde a été retenu (figure 1,2 et 3)

Le bilan d'extension a montré des métastases ganglionnaires et pulmonaires.

L'évolution était marquée par le décès de la patiente après avoir bénéficié d'une première cure de chimiothérapie.

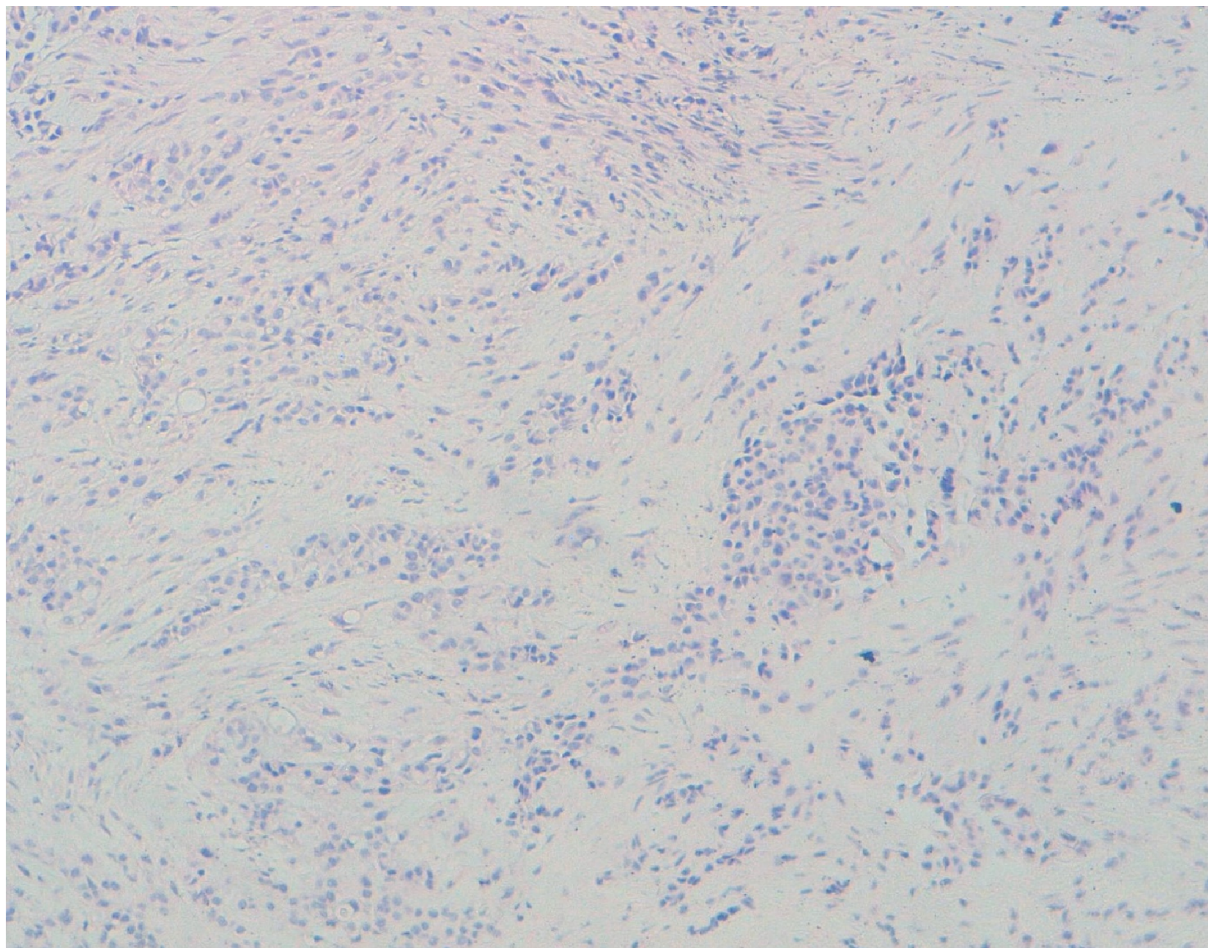


Figure 1 : Aspect microscopique à la coloration à l'HES (hématéine éosine et safran) x 20

Figure 1 montre une prolifération tumorale d'architecture massive faite de grande cellules d'aspect épithélioïde.

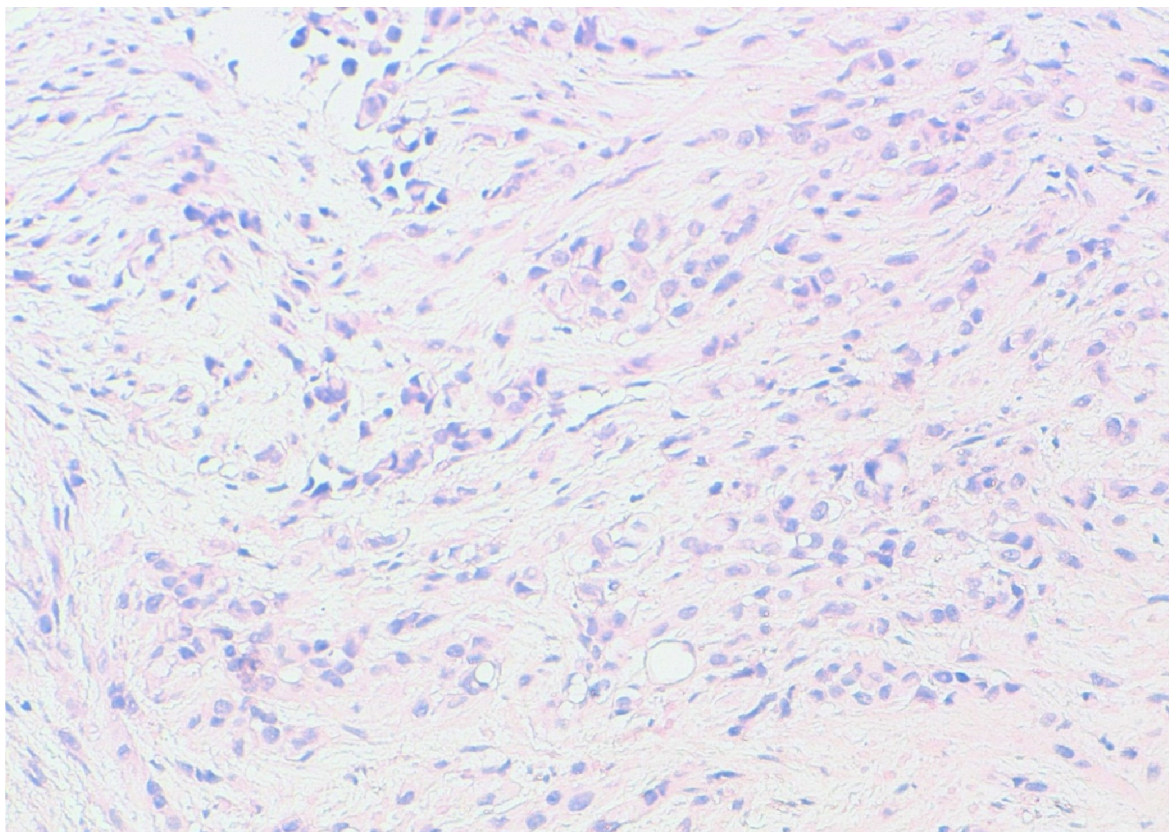


Figure 2 : Aspect microscopique à la coloration à l'HES (hématéine éosine et safran) x 40

Figure 2 montre une prolifération de grande cellules à noyaux vésiculeux fortement nucléolés.

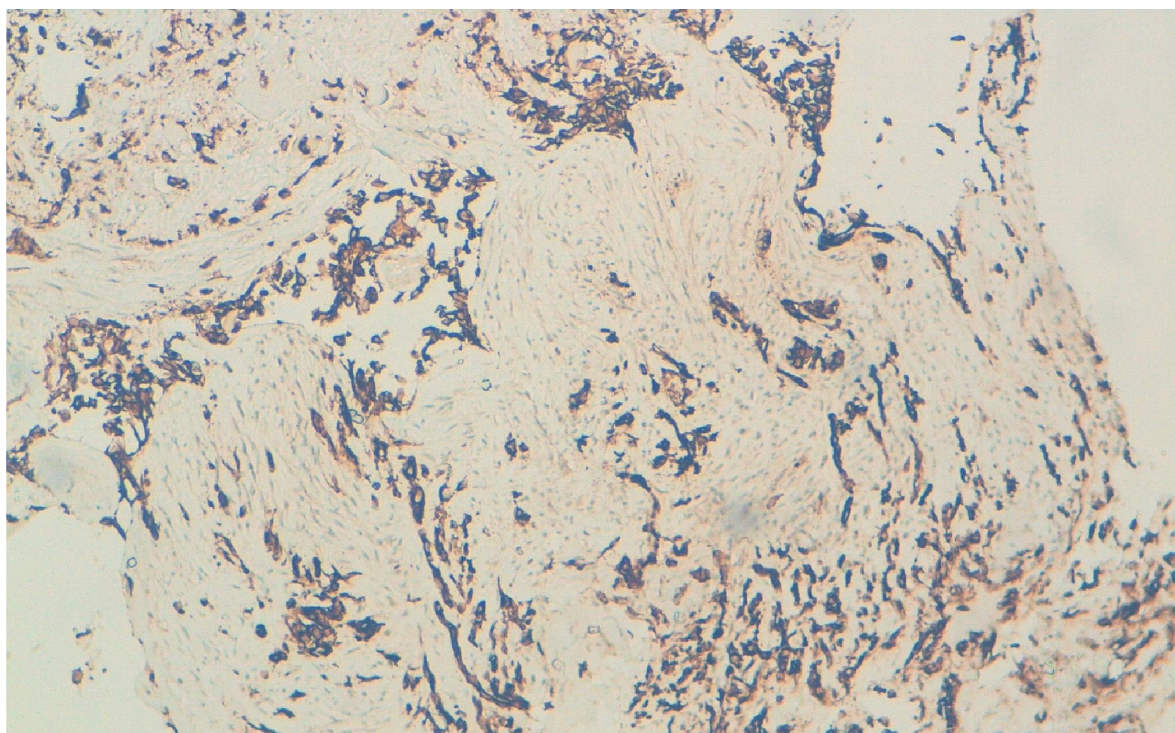


Figure 3 : Aspect microscopique de l'expression de l'anticorps anti-CD34 x 40

Figure 3 montre que les cellules tumorales expriment de façon intense l'anticorps anti-CD34 à l'immunohistochimie

3 DISCUSSION

Le sarcome épithélioïde représente seulement 1 à 2 % de l'ensemble des sarcomes des tissus mous, touchant surtout l'adulte jeune de sexe masculin. Les sarcomes épithélioïdes sont des sarcomes agressifs dont trois variantes ont été identifiées : la forme classique, la variante proximale et la forme mixte dont la quelle coexistent les aspects des deux premières. La forme classique décrite par Ezzinger [1] survient aux deux premières décades et se manifeste par des nodules superficiels des extrémités (main et avant-bras). Histologiquement, il s'agit d'un aspect « pseudo-granulomateux » où les cellules tumorales bordent des foyers de nécrose centrale. Les cellules sont rondes ou polygonales, pourvues d'un cytoplasme éosinophile abondant bien limité et des noyaux modérément pléomorphes. Les cellules tumorales expriment les marqueurs épithéliaux AE1/AE3, EMA (antigène membranaire épithélial), et le CD34 dans 50% des cas. La desmine et la protéine S100 sont négatives. Il existe une perte d'expression de INI1 dans près de 93% des cas [2].

Le type proximal décrit par Guillon et al. [3] survient plus tardivement (deuxième et troisième décades). Dans cette variante, la tumeur siège au niveau des tissus mous profonds, en particulier dans la sphère pelvi-périnéale et le tractus gynécologique (pubis, vulve, pénis). Les cellules tumorales sont de plus grande taille, à noyaux vésiculeux fortement nucléolés, prenant volontiers un aspect rhabdoïde. Le profil immunohistochimique est comparable à la forme classique, mais la protéine S100 peut être exprimée focalement.

Morphologiquement, l'aspect épithélioïde peut mimer un carcinome et l'aspect rhabdoïde observé surtout dans le type proximal peut faire évoquer une tumeur rhabdoïde, d'autant plus qu'elle exprime la vimentine et les cytokératines mais l'âge de survenue est différent (petite enfance pour la tumeur rhabdoïde).

L'examen immunohistochimique du sarcome épithélioïde est d'un grand intérêt. Il permet de confirmer le diagnostic suspecté morphologiquement. L'expression des marqueurs épithéliaux, et surtout en cas de négativité du CD34 (50% des sarcomes épithélioïdes) doit faire envisager un carcinome primitif ou métastatique selon la localisation. Seule la confrontation clinico-pathologique permettra d'écarter cette hypothèse diagnostique. Le CD34 n'est jamais positif dans les carcinomes et permet une bonne orientation diagnostique s'il s'avère positif, comme ce fut le cas de notre patiente (Tableau 1).

La CK5/6 n'est pas positive dans les sarcomes épithélioïdes permettant ainsi de les distinguer d'un carcinome sarcomatoïde comme le cas dans notre présentation.

La positivité focale de la protéine S100 dans le type proximal doit faire éliminer un mélanome et une variante épithélioïde de MPNST.

La perte d'expression de INI1 est observée dans 85% des sarcomes épithélioïdes, mais elle n'est pas spécifique. Elle est également retrouvée dans les tumeurs rhabdoïdes infantiles, dans 50% des formes épithélioïdes des MPNST [4].

TABLEAU 1 : les principaux profils immunohistochimiques des diagnostics différentiels du sarcome épithélioïde de type proximal

	AE1/AE3, EMA	CD34	INI1	PS100	DESMINE
Sarcome épithélioïde	+	+	-	+/-	-
Tumeur rhabdoïde	+	-	-	-	-
Carcinome	+	-	+	-	-
Rhabdomyosarcome	-	-	+	-	+
MPNST épithélioïde	-	+/-	+/-	+/-	-

Le sarcome épithélioïde est un sarcome agressif d'évolution lente (70% de survie à 5ans pour la forme classique et 35% de survie à 5 ans pour la forme proximale plus agressive). Les taux de récidives et de métastases sont élevés (>70% et >40% respectivement). Ce sarcome présente la particularité à envahir les vaisseaux et se distingue par sa lymphophilie dont les métastases ganglionnaires sont observées dans le tiers des cas.

4 CONCLUSION

Le sarcome épithélioïde de type proximal est rare se distinguant de la forme classique tant sur le plan morphologique par l'absence de l'architecture de type granulome annulaire et le phénotype rhabdoïde des cellules, que sur le plan évolutif manifestant un potentiel évolutif particulièrement agressif comparable à celui des tumeurs rhabdoïdes extrarénales.

DECLARATION D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REFERENCES

- [1] Fisher C. Epithelioid sarcoma of Enzinger. *Adv Anat Pathol*. 2006 May; 13(3): 114-21.
- [2] Chbani L, Guillon L. et al. Epithelioid Sarcoma: a clinicopathologic and immunochemical analysis of 106 cases from French sarcoma group. *Am J clin Pathol*. 2009 Feb; 131(2): 222-7.
- [3] Guillon L, Wadden C, Coindre JM, Krausz T, Fletcher CD. Proximal type epithelioid sarcoma, a distinctive aggressive neoplasm showing rhabdoid features. Clinicopathologic, immunochemical, and ultrastructural study of a series. *Am J Surg Pathol*. 1997 Feb; 21(2): 130-46.
- [4] Hornick JL, Dal Cin P, Fletcher CD. Loss of INI1 expression is characteristic of both conventional and proximal-type epithelioid sarcoma. *Am J Surg Pathol*. 2009 Apr; 33(4): 542-50.

Tumeur à cellules granuleuses du sein simulant un carcinome mammaire

[Granular cell tumor of the breast mimicking a breast carcinoma]

Meryem Lamchahab, Layla Tahiri, Laila Chbani, Taoufiq Harmouch, and Hind El Fatemi

Department of Pathology, Hassan II Teaching Hospital, University Sidi Mohammed Ben Abdallah, Fez, Morocco

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

ABSTRACT: Granular cell tumor (GCT) of the breast is an uncommon and a benign tumor that can mimics carcinoma clinically as well as radiographically. The GCT is characterized by a proliferation of large cells with abundant eosinophilic granular cytoplasm of ubiquitous seat. We report a case of a granular cell tumor of axillary seat in a woman of 47 years. The diagnosis was confirmed at pathologic examination of percutaneous biopsy. The evolution of the granular cell tumor is often favorable. Surgery remains the treatment of choice. The diagnosis is exclusively pathological.

KEYWORDS: Granular cell tumor; GCT; Breast; Benign tumor; pathologic examination.

RÉSUMÉ: La tumeur à cellules granuleuses (TCG) est une tumeur rare et bénigne pouvant mimer cliniquement et radiologiquement un carcinome. Elle est caractérisée par une prolifération de grandes cellules aux cytoplasmes abondants granuleux éosinophiles de siège ubiquitaire.

Nous rapportons une observation d'une tumeur à cellules granuleuses de siège axillaire chez une femme de 47 ans. Le diagnostic a été confirmé à l'examen anatomopathologique de la biopsie percutanée. L'évolution de la tumeur à cellules granuleuses est souvent favorable. La chirurgie reste le traitement de choix. Le diagnostic positif est exclusivement anatomopathologique.

MOTS-CLEFS: Tumeur à cellules granuleuses ; TCG; Sein ; Tumeur bénigne; examen anatomopathologique.

1 INTRODUCTION

La tumeur à cellules granuleuses (TCG) est une lésion bénigne et ubiquitaire siège préférentiellement au niveau de la sphère ORL. Elle a été décrite par Abrikossoff en 1931. La localisation mammaire est rare ne présentant que 5 à 15% de tous les cas (1,2). C'est une lésion déroutante pour les cliniciens et les radiologues par sa présentation simulant un carcinome mammaire, et pour les pathologistes par sa rareté. Son diagnostic repose sur l'examen anatomopathologique. Son pronostic est favorable après une exérèse chirurgicale complète.

Nous rapportons une nouvelle observation d'une tumeur à cellules granuleuses de siège axillaire en discutons les particularités diagnostiques et thérapeutiques de cette tumeur rare.

2 OBSERVATION

Nous rapportons le cas d'une patiente de 47 ans qui a consulté pour une tuméfaction axillaire droite augmentant progressivement de taille. L'examen physique a montré un nodule axillaire de 3cm indolore et mobile par rapport aux 2 plans profond et superficiel. Il est polylobé et dur à la palpation sans signes inflammatoires. Les aires ganglionnaires étaient libres.

L'écho-mammographie a mis en évidence la présence d'une masse juxta-axillaire droite au niveau du quadrant supéro-externe de 20 mm de grand axe, hétérogène, irrégulière, vascularisée et classée ACR3. Une biopsie a été réalisée. Elle a montré une prolifération tumorale d'architecture massive. Elle est faite de grandes cellules polygonales bien limitée. Leur cytoplasme est granuleux et éosinophile. Les noyaux sont petits ronds ou ovalaires et en position centrale sans atypies nucléaires ni mitoses (figures 1 et 2). Devant Cet aspect morphologique typique le diagnostic de tumeur à cellules granuleuses a été posé. La patiente a bénéficié d'une tumorectomie qui a montré le même aspect histologique, ce qui a permis de confirmer le diagnostic. Les limites d'exérèse chirurgicales étaient saines. L'évolution est favorable après une année de surveillance.

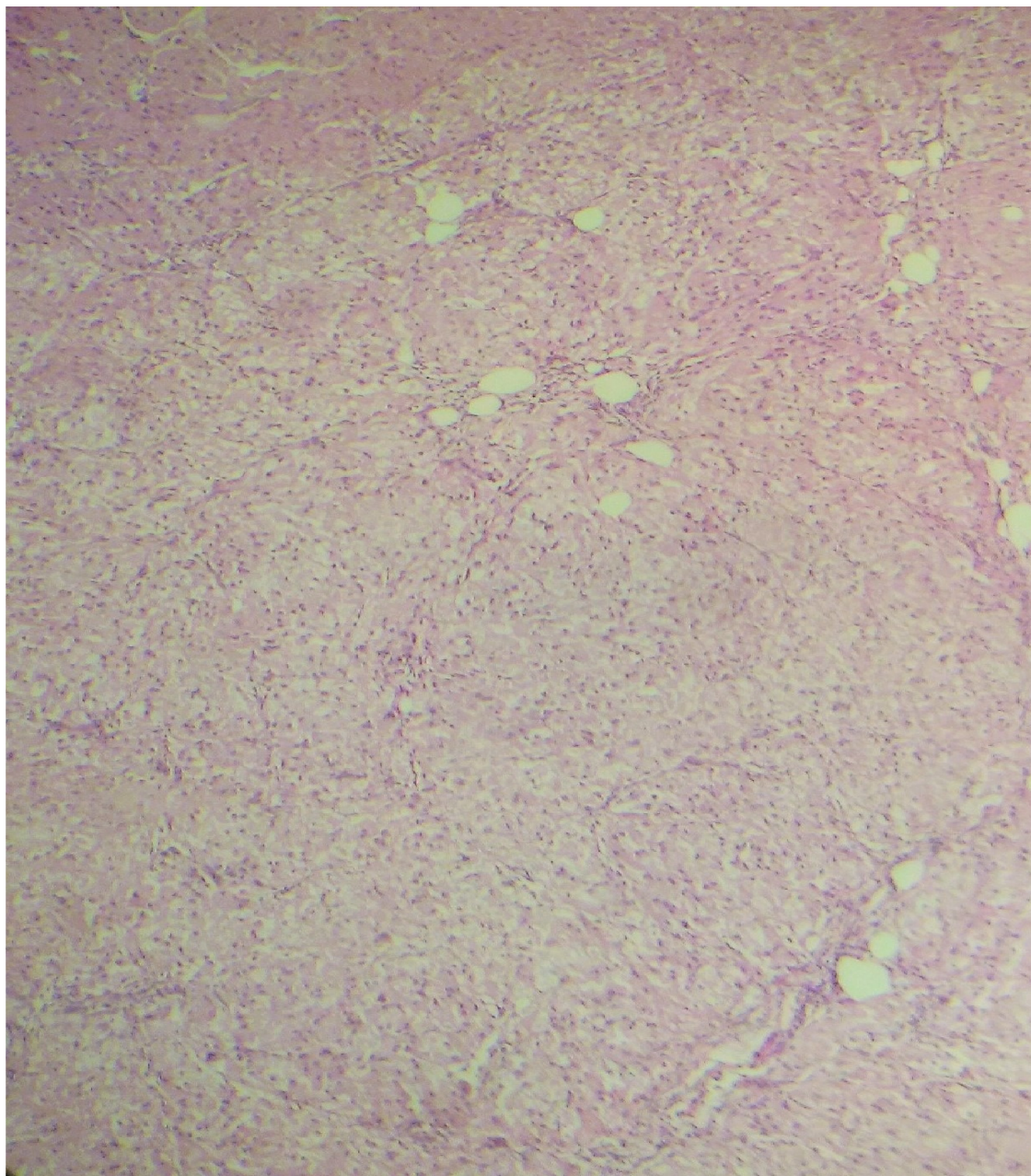


Figure 1 : Aspect microscopique de la lésion à la coloration HES (hemateine oesine safran) x 40

Figure 1 montre une prolifération tumorale d'architecture massive faite de grandes cellules polygonales bien limitée.

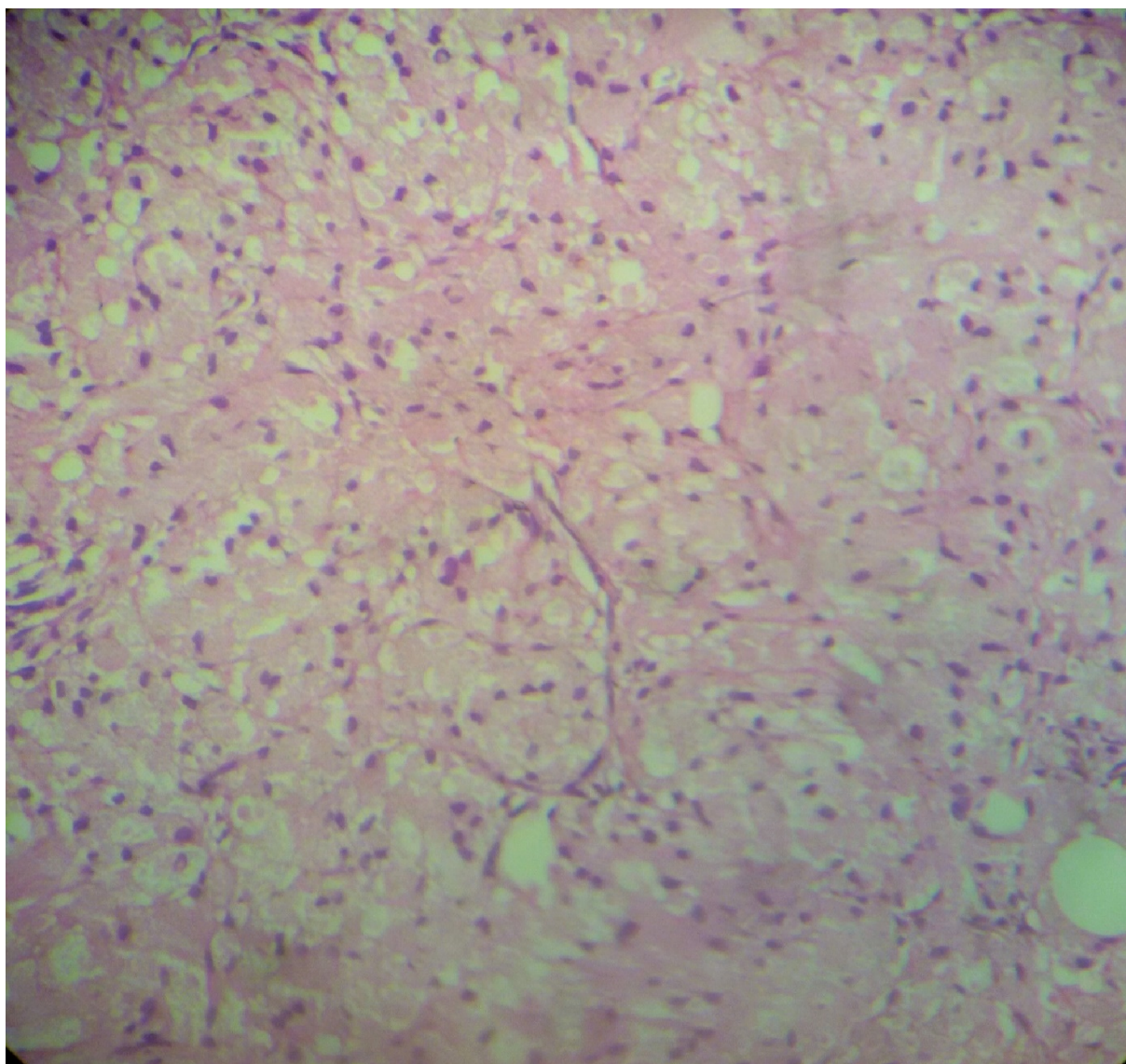


Figure 2 : Aspect microscopique de la lésion à la coloration HES (hemateine eosine safran) x100

Figure 2 montre une prolifération de cellules à cytoplasme granulaire et éosinophile. Les noyaux sont petits ronds ou ovalaires et en position centrale sans atypies nucléaires ni mitoses.

3 DISCUSSION

La TCG est une entité rare décrite pour la première fois par Weber en 1857 [1]. Les principales localisations sont la cavité buccale (50% des TCG) suivie par les tissus mous [3,4,5]. Les autres localisations sont plus rares: organes génitaux externes, tube digestif, vessie, sein, glandes salivaires, nasopharynx [1]. L'histogénèse des TCG reste controversée et leur étiologie est inconnue. L'origine musculaire strié a été suggéré pendant longtemps d'où son appellation « myoblastome à cellules granuleuses » [1]. En 1926, Abrikossoff a évoqué son origine schwannienne [6]. Actuellement l'origine nerveuse est bien établie grâce aux études ultrastructurales (nature lysosomiale des grains intra cytoplasmiques) et immunohistochimiques (cellules tumorales exprimant les marqueurs neurogènes: la PS100 et la NSE) [7].

La TCG du sein représente entre 5% et 15% de tous les cas GCT [8]. Elle survient chez les femmes entre 30 et 50 ans, et surtout chez les femmes d'origine afro-américaine. L'âge moyen de survenue de la TCG du sein est de 38 ans. Cependant, certains cas de GCT du sein ont été décrits chez l'homme [3,4,5].

Cliniquement, la TCG se présente habituellement comme une tumeur indolore, bien circonscrite et mobile. Cette tumeur se présente habituellement comme une masse indolore, généralement bien circonscrite et mobile. La présentation clinique peut simuler une tumeur maligne (masse dure, mal limitée et fixée par rapport aux deux plans superficiels et profonds) [9,10]. Elle est généralement unique, mais la multifocalité a été rapportée dans 5,4% à 17,6% des cas [4,5]. Le siège préférentiel de ces tumeurs mammaires est le quadrant supérieur en particulier le quadrant supéro-interne, à la différence du carcinome mammaire qui siège le plus souvent au niveau du quadrant supéro-externe. Cela reflète le trajet du nerf sus-claviculaire. Toutefois, la TCG a montré des localisations mammaires variables, y compris le quadrant supéro-externe, le quadrant inféro-supérieure, la région axillaire, la ligne médiane, le mamelon et la région sous-aréolaire [3,8]. Chez notre patiente, la tumeur était hétérogène, irrégulière mesurant 2 cm de grand axe et située au niveau du quadrant supéro-externe.

La TCG montre à l'imagerie un aspect variable non spécifique. Sur la mammographie, elle peut se présenter comme une masse bien circonscrite de petite taille (moins de 3cm) ou comme une lésion mal limitée, spiculée simulant une lésion carcinomateuse [4,5]. L'échographie montre le plus souvent un nodule hétérogène avec un cône d'ombre postérieur et des contours irréguliers. Plus rarement, elle montre un nodule hypoéchogène aux limites nettes [9,11]. L'aspect macroscopique se présente comme une lésion ferme ou dure, homogène, bien limitée, de couleur blanc grisâtre ou jaunâtre, mesurant moins de 3cm, mais une taille allant jusqu'à 6 cm a été signalée. Le diagnostic définitif d'une TCG est anatomopathologique sur microbiopsie ou biopsie percutanée échoguidée permettant ainsi un bon échantillonnage avant la résection tumorale pour optimiser la conduite thérapeutique et éviter une chirurgie radicale [12]. Comme dans notre cas, l'analyse anatomopathologique de la biopsie percutanée a permis de poser le diagnostic avant de réaliser la résection complète de la tumeur.

À l'histologie, la TCG montre une prolifération tumorale monomorphe disposée en nappes ou en nids, elle est faite de cellules de grande taille, polygonales ou fusiformes. Le cytoplasme est abondant, granulaire et éosinophile. Les noyaux sont de petite taille; ronds ou ovales, centraux, hyperchromatiques et réguliers sans atypies ni activité mitotique. Le stroma est grêle et collagénique [13]. Les cellules tumorales montrent une positivité intense aux colorations histochimiques de PAS et PAS diastase [13,14]. A l'étude immunohistochimique, elles sont positives pour les marqueurs neurogènes: PS100 (100%) et NSE (90%), ce qui confirme le diagnostic. Elles sont négatives pour les marqueurs musculaires (l'actine muscle lisse et la desmine) et les marqueurs épithéliaux (les cytokératines et l'antigène de membrane épithéliale) [13,14]. Elles ont été également positives pour CD68, l'antigène carcino-embryonnaire et la vimentine dans certains cas dans la littérature [3,14]. Dans notre cas, l'aspect morphologique typique des cellules granuleuses suffisait pour poser le diagnostic de TCG.

La majorité des TCG mammaires sont bénignes, la malignité reste exceptionnelle (moins de 1% des TCG mammaires) [4,5,13]. Les critères de malignité sont variables. Ils sont proposés par Le et al. [15] et Adeniran et al. [13]. Ce sont la nécrose, les cellules fusiformes, les noyaux vésiculeux, le gros nucléole, l'index mitotique $>2/10$ champs et le pléomorphisme nucléaire. La présence de deux de ces six critères définit la TCG atypique et trois de ces six critères permet de considérer la tumeur comme maligne. Le traitement chirurgical est le traitement de choix et consiste en une exérèse large avec des marges saines sans curage axillaire [16]. Le pronostic est souvent favorable. Cependant l'évolution peut être marquée par des récives ou des localisations métastatiques secondaires particulièrement pulmonaire ou osseuse [17].

4 CONCLUSION

La TCG est une entité rare de diagnostic difficile cliniquement et radiologiquement. Son diagnostic formel est histologique. Son traitement est chirurgical. Son évolution est souvent favorable cependant une surveillance clinique et radiologique des TCG mammaire réséquées est préconisée.

Cette observation illustre la rareté de TCG mammaire, à laquelle doit penser tout pathologiste devant des lésions bénignes et malignes afin d'éviter un diagnostic erroné qui pourrait conduire à une chirurgie inutile.

DÉCLARATION D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REFERENCES

- [1] Ayadi L, Khabir A, Fahfakh I, Abdelmoula MH, Makni S, Sellami Boudawara T. Tumeur à cellules granuleuses. *Rev Stomatol Chirg Maxillofac* 2008;109:158-62.
- [2] Ordonez NG, Mackay B. Granular cell tumor: a review of the pathology and histogenesis. *Ultrastruct Pathol* 1999;23:207-22.
- [3] El Aouni N, Laurent I, Terrier P, D Mansouri, Suci V, S Delalogue, Vielh P: Tumeur à cellules granuleuses du sein. *Diagn Cytopathol* 2007, 35 (11): 725-727.
- [5] Scaranelo AM, Bukhanov K, Crystal P, Mulligan AM, O'Malley FP: Tumeur à cellules granuleuses du sein: résultats de l'IRM et de revue de la littérature. *Br J Radiol* 2007, 80: 970-974.
- [5] Filipovski V, Banev S, Janevska V, Dukova B: Tumeur à cellules granuleuses du sein: un rapport de cas et revue de la littérature. *Cas J* 2009, 2: 8551.
- [6] Dorel-Le Theo M, Andrac-Meyer L, Dales JP, Crebassa B, Koeppel MC, Charpin C. Une curieuse tumeur sous-cutanée. *Ann Pathol* 2002;22:235-6.
- [7] SrihaB, HoangC, TotobenazaraJL, LeNaourG, VayreP. Tumeur anale bénigne à cellules granuleuses. À propos d'un cas. *Arch Anat Cytol Path* 1997;45(4):218-20.
- [8] CA Brown, Audisio RA, Regitnig P: Tumeur à cellules granuleuses du sein. *Surg Oncol* 2011, 20: 97-105.
- [9] Fancellu A, Cottu P, Scanu AM, Giuliani G, Porcu A. Unusual case of benign neoplasm of the breast mimicking a carcinoma: granular cell tumor. Case report. *Ann Ital Chir* 2000;71(3):375-8.
- [10] Mátrai Z, Langmár Z, Szabó E, Rényi-Vámos F, Bartal A, Orosz Z, et al. Granular cell tumour of the breast : case series and review the literature. *Eur J Gynaecol Oncol* 2010;31(6):636-40.
- [11] Gogas J, Markopoulos C, Kouskos E, Gogas H, Mantas D, Antonopoulou Z, et al. Granular cell tumor of the breast: a rare lesion resembling breast cancer. *Eur J Gynaecol Oncol* 2002;23(4):333-4.
- [12] J Ulrich, Heitz PU, Fisher T, Obrist E, F Gullotta: tumeurs des cellules granulaires: preuve de la différenciation des cellules tumorales hétérogènes. Une étude immunocytochimique. *Virchows Arch Cell Mol Pathol* 1987, 53: 52-57.
- [13] Adeniran A, AL-Ahmadie H, Mahoney MC, Robinson-Smith TM. Granular cell tumor of the breast: a series of 17 cases and review of the literature. *Breast J* 2004;10:528-1.
- [14] Pergel A, Yucel AF, Karaca ASA, Aydin I, Ali Sahin D, Demirbag N: Un dilemme thérapeutique et diagnostique: granulaire tumeur des cellules du sein. *Case Rep Med* 2011, 2011: 972 168.
- [15] Le BH, Boyer PJ, Lewis JE, Kapadia SB: Tumeur à cellules granuleuses: évaluation immunohistochimique de l'inhibine-alpha, le produit de gène de la protéine 9,5, la protéine S100, CD68, et Ki-67 corrélation avec l'indice de prolifération clinique. *Arche Pathol Lab Med* 2004, 128: 771-5.
- [16] Brown AC, Audisio RA, Regitnig P. Granular cell tumour of the breast. *Surg Oncol* 2011;20(2):97-105.
- [17] Boulat J, Mathoulin MP, Vacheret H, Andrac L, Habib MC, PellissierJF. Tumeurs à cellules granuleuses du sein. *Ann Pathol* 1994;14:93-100.

Enquête ethnobotanique sur l'utilisation de *Pistacia lentiscus* au Nord du MAROC (Taounate)

[Ethnobotanical survey on the use of *Pistacia lentiscus* in northern MOROCCO (Taounate)]

Maha Hafsé¹, Kawtar Fikri Benbrahim¹, and Abdellah Farah²

¹Laboratoire de Biotechnologie Microbienne, Faculté des Sciences et Techniques Saïss, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, P.O.Box 2202, Fès, Maroc

²Laboratoire des plantes médicinales, aromatiques et substances naturelles, Institut National des plantes médicinales et aromatiques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc

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

ABSTRACT: Traditional medicine was and is still currently sought by people who trust in the popular uses of medicinal and aromatic plants and who are unable to tolerate the modern medicine's costs.

This ethnobotanic investigation aims to highlight the different uses of *Pistacia lentiscus* in Taounate city (North of MOROCCO). During the whole month of March 2014, a questionnaire was used with locals, herbalists and medical herbalists in the study area.

Results of this investigation showed that *P. lentiscus* is primarily used for its therapeutic properties (78%), specifically against digestive diseases (75%). The majority of treatments was prepared by decoction (58%) from leaves (77 %) and was generally orally administered (77%) as herbal tea (60%). The cure rate is 90%.

With therapeutic uses specified, cure rates indicated (90%) and absence of adverse effects reported, *P. lentiscus* could be a source of bioactive product for the formulation of new drugs.

KEYWORDS: *P. lentiscus*, Taounate, Ethnobotanical survey, Traditional uses, therapeutic uses, cosmetic uses.

RESUME: La médecine traditionnelle, était et reste encore actuellement sollicitée par les populations ayant confiance aux usages populaires des plantes médicinales et aromatiques et qui sont incapables de supporter les charges de la médecine moderne. Ainsi, cette enquête a pour objectif de mettre en évidence les différentes utilisations de *Pistacia lentiscus* dans la ville de Taounate (Nord du MAROC). Durant le mois de Mars 2014, un questionnaire a été utilisé auprès des habitants, des herboristes et des phytothérapeutes de la zone d'étude.

Les résultats de l'enquête ont montré que *P. lentiscus* est principalement utilisé pour ses vertus thérapeutiques (78%), précisément contre les affections de tube digestif (75%). La majorité des remèdes est préparée par décoction (58%) à partir des feuilles (77%) et généralement administrée par voie orale (77%) sous forme de tisane (60%). Le taux de guérison est de 90%. Grâce aux vertus thérapeutiques précisés et au taux de guérison indiqué (90%), *P. lentiscus* pourrait être considéré comme source de produits bioactifs pour la formulation de nouveaux médicaments, surtout qu'aucun effet indésirable n'a été signalé.

MOTS-CLEFS: *P. lentiscus*, Taounate, enquête ethnobotanique, utilisations Traditionnelles, utilisations thérapeutiques, utilisations cosmétiques.

1 INTRODUCTION

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité et plus particulièrement pour la majorité des communautés démunies des pays en voie de développement qui en dépendent pour assurer leurs soins de santé primaires et leur subsistance. Ainsi, ces populations utilisent la plupart des espèces végétales, tant ligneuses qu'herbacées, comme médicaments. En effet, une croyance bien répandue est que toute plante soigne [1].

Le Maroc par sa position biogéographique, offre une très grande diversité écologique et floristique [1]. Il est l'un des pays méditerranéens qui ont une longue tradition médicale et un savoir-faire important à base des plantes médicinales [2], en particulier dans le Nord du Maroc. Des enquêtes ethnobotaniques réalisées dans cette région contribuent, de leurs parts, à rassembler et constituer une source d'information très précieuse, prête à être exploitée sur le plan scientifique [1], [3], [4].

Pistacia lentiscus est connue par ses propriétés médicinales depuis l'antiquité. La partie aérienne est traditionnellement utilisée dans le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques [2]. Les feuilles sont pourvues d'activités anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépatoprotective, expectorante et stimulante [5], [6], [7], [8], [9]. Elles sont également utilisées dans le traitement de l'eczéma, des infections buccales, des diarrhées, des lithiases rénales, de la jaunisse, des maux de tête, de l'asthme et des problèmes respiratoires [6], [10], [11]. L'huile essentielle du lentisque est connue pour ses vertus thérapeutiques en ce qui concerne les problèmes lymphatiques et circulatoires [12].

C'est dans cette optique que la présente enquête s'inscrit, dans l'objectif de recueillir l'ensemble des informations sur les applications thérapeutiques et traditionnelles de *P. lentiscus* dans la ville de Taounate.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

D'une superficie globale de 561.000 ha, la province de Taounate est située dans la zone pré-rifaine du Royaume (34° 32' 9" N / 4° 38' 24" W). Cette province est essentiellement rurale car constituée de 44 communes rurales et 5 communes urbaines. En plus, sa population est de 668.232 habitants (recensement, 2004) dont 600.290 ruraux (90%) et 67.942 urbaines (10%). La densité de population est de 120 hab/km².

La province est constituée globalement de deux parties distinctes : Une partie Nord à relief montagneux rattaché au domaine rifain (40%) et une partie sud à relief vallonnée et mouvementé, rattachée au domaine pré-rifain (60%). Au sein de ce relief accidenté, il existe quelques petites plaines qui se sont individualisées le long des cours d'eau.

Le réseau hydrographique de la province est très important, du fait de la présence des bassins versants de l'oued Ouergha et oued Inaouen. Oued Ouergha est alimenté par six de ses principaux affluents à savoir oued Sera, Amzaz, Aoulay, Aoudour, Gazar et Asfalou. Par l'existence d'importants barrages, tels le barrage Wahda, Idriss 1^{er}, Bouhouda, Sahla et Asfalou, la province est caractérisée par un volume d'eau mobilisable très important qui est de l'ordre de 5,4 Milliards de m³.

Le climat de la province est typiquement méditerranéen et caractérisé par l'alternance de deux saisons dont l'une est humide et froide, l'autre sèche et chaude. La pluviométrie moyenne est de l'ordre 790 mm avec des maxima qui peuvent avoisiner les 2000 mm à Jbel Outka. La température moyenne est de l'ordre de 16,9°C avec une moyenne des maxima de 22°C et une moyenne des minima de 9°C, les températures absolues de 45°C pour les maxima et 2°C pour les minima.

Sur le plan bioclimatique, la province se situe principalement dans l'étage thermo- méditerranéen semi-aride à sub-humide à hiver tempéré ou frais. Toutefois, dans la partie Nord, on peut retrouver l'étage méso-méditerranéen et même supra-méditerranéen, sub-humide à perhumide. Le nombre de mois secs varie de 3 à 5 selon les années.

La province appartient aux zones externes du Rif. Plusieurs formations s'y interfèrent avec des formations appartenant respectivement aux zones intrarifaines et péririfaines. Les faciès géologiques y sont également très variés, ainsi on y trouve des marnes, des calcaires, de la dolomie, des flychs, des schistes, des quartzites des grès et des gypses. Ces formations se rattachent aux divers ères géologiques notamment le crétacé supérieur, le miocène moyen, l'éocène, l'oligocène le trias, le lias et le jurassique.

Compte tenu de la complexité et de la diversité des faciès géologiques plusieurs types des sols se rencontrent dans la région. On y trouve à titre indicatif des sols feldspathiques, des sols calcimagnésiques, des sols bruns, des sols calcaires, des sols vertiques, des sols isohumiques, des sols rendzines et des sols salins...etc.

La forêt couvre une superficie de 40.543 ha soit 7 % de la superficie de la province. Cette couverture est localisée en totalité dans la partie Nord de la province et se trouve sous forme dispersée et éparpillée (Figure 1). Elle est constituée de 116 îlots variant de quelques hectares à 4.000 ha qui résulte de la pression humaine exercée depuis longtemps sur l'espace forestier notamment par le bois de défrichements et de mises en culture de terrains couverts à l'origine par la forêt.

Les formations forestières comprennent (13.880 ha) de chêne vert (34%); 4.025 ha de chêne liège (10 %); 1.200 ha de chêne tauzin et chêne Zeen (3%); 704 ha de Thuya (2 %) et 9.265ha des essences secondaires (29%). Les plantations artificielles couvrent 11.469 ha soit (22 %) de la superficie totale, dont 9.822 ha (85 %) se trouvent en domaine forestier, 1.146 ha (10%) en terrain collectif et 501 ha (5%) sur des terrains privés. Ces reboisements comprennent 10.550 ha de résineux (92 %) et 919 ha de feuillus (8 %).

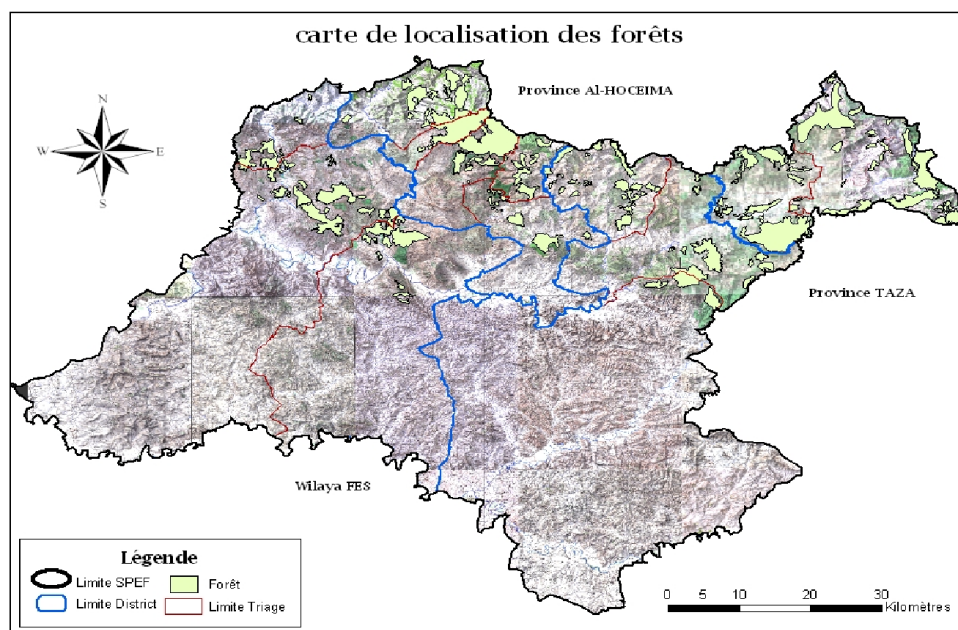


Figure 1: Localisation des forêts dans la zone d'étude

2.2 METHODOLOGIE

L'enquête ethnobotanique est basée sur une série d'enquêtes réalisées en utilisant un questionnaire préétablie (Annexe I) soumis à une centaine de personnes au cours d'un entretien individuel, et s'est déroulée pendant un mois (Mars 2014). Durant chaque entretien, les informations sur les personnes questionnées (Age, Niveau scolaire, Situation familiale et Profession) et la plante étudiée (Caractères, Usages et affections traitées) sont collectées.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette étude ethnobotanique a permis de recueillir plusieurs informations sur l'informateur et sur l'usage de la plante.

3.1 PROFIL DES INFORMATEURS

3.1.1 AGE

L'utilisation de *P. lentiscus* est répandue chez l'ensemble des personnes questionnées, avec une prédominance chez les personnes âgées de 18 à 36 ans (41%). Cependant, un taux de 33% est noté pour la tranche d'âge de 36 à 54 ans. L'utilisation de la plante étudiée est moins importante (26 %) chez les informateurs les plus âgés (54 à 80 ans) (Figure 2a).

Le pourcentage élevé des utilisateurs âgés de 18 à 36 ans montre que les jeunes ont tendance à utiliser *P. lentiscus* de façon importante. Ces résultats indiquent qu'au niveau de la région de Taounate, la connaissance des propriétés et des usages de la plante étudiée ne dépend pas de la longue expérience, mais de la confiance que les jeunes de cette région éprouvent pour la médecine traditionnelle. Ce qui confirme que dans la ville de Taounate, la transmission de cette connaissance n'est pas en danger car elle est toujours assurée ; contrairement aux informations obtenus dans d'autres études [13], [3], [14].

3.1.2 GENRE

L'utilisation de *P. lentiscus* dans la région de Taounate ne dépend pas du sexe, puisque 51% des utilisateurs sont des femmes et 49 % sont des hommes (Figure 2b). L'usage cosmétique de la plante par les femmes pourrait expliquer la faible différence remarquée entre les pourcentages d'utilisation par les deux genres [14], [15].

3.1.3 SITUATION FAMILIALE

La plante étudiée est beaucoup plus utilisée par les personnes mariées (70%) que par les célibataires (30%) (Figure 2c). Ce résultat concorde avec ceux obtenus par Benkhigui et al., (2011) et El Hafian et al., (2014) [3], [16]. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette utilisation permet aux ménages d'éviter ou de minimiser les charges matérielles dépensées pour l'achat des médicaments synthétiques.

3.1.4 NIVEAU SCOLAIRE

Dans la zone d'étude, 50% des usagers de la plante sont analphabètes, alors que les 50% correspondent à différents niveaux intellectuels (11% primaire, 23% secondaire et 16% universitaire). Ce taux d'analphabétisme clairement élevé chez les utilisateurs de *P. lentiscus* pourrait favoriser la consommation excessive de cette plante (Figure 2d).

3.1.5 PROFESSION

La figure 2e montre que 40% des informateurs sont en chômage et que 5 et 22% des personnes interrogées représentent respectivement les phytothérapeutes et les herboristes. Les 33% restants sont des agriculteurs, des fonctionnaires et des commerçants.

3.2 PLANTE

P. lentiscus est communément appelée en dialecte Marocain : Drou. Elle est récoltée durant toute l'année par 81% des usagers (Habitants), alors que 19% (Grossistes, agriculteurs, et phytothérapeutes) limitent la période de collecte entre Avril et Septembre.

3.2.1 NATURE D'USAGE

Les informations recueillies sur les utilisations thérapeutiques et traditionnelles locales de *P. lentiscus* ont révélé qu'un taux de 78% d'usage est thérapeutique; des taux de 5, 5 et 12% correspondent respectivement à l'usage thérapeutique et cosmétique, à l'usage cosmétique et aux autres utilisations (Figure 3a).

3.2.2 PARTIE UTILISÉE

Dans la zone d'étude, les feuilles sont les parties les plus utilisées avec un pourcentage de 77%; suivies par la combinaison des feuilles et d'autres parties de la plante (11%), puis la plante toute entière (6%), les fruits (3%), et enfin les fleurs, les graines et les écorces avec 1% chacune (Fig. 3b). La dominance d'utilisation des feuilles est concordante avec les résultats reportés par d'autres études [14], [16], [17], [18]. Ce résultat peut être expliqué par le fait que ces feuilles sont en même temps le centre des réactions photochimiques et le réservoir de matières organiques qui en dérivent [15]. Elles fournissent la majorité des alcaloïdes, hétérosides et huiles essentielles [19]. En effet, il a été rapporté qu'elles sont pourvues d'activités anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépatoprotective, expectorante et stimulante [5], [6], [7], [8], [9]. Elles sont également utilisées dans le traitement de l'eczéma, des infections buccales, des diarrhées, des lithiases rénales, de la jaunisse, des maux de tête, de l'asthme et des problèmes respiratoires [6], [10], [11].

3.2.3 FORME D'EMPLOI, MODE DE PREPARATION ET D'ADMINISTRATION

Pistacia lentiscus est utilisée sous différentes formes : tisane (60%), Poudre (18%), combinaison de tisane et de poudre (12%), huile essentielle (8%) et autres formes (2%) (Figure 3c).

Afin d'obtenir des dérivés de la plante étudiée, plusieurs modes de préparations sont employés à savoir la décoction, l'infusion, l'hydrodistillation et la macération. La décoction constitue le mode de préparation le plus fréquent (58%) alors que les autres techniques de préparations (Infusion et décoction, infusion, Hydrodistillation, macération et autres techniques) représentent 42% (Figure 3 c, 3d).

Concernant le mode d'administration, 77% des dérivés de la plante (tisane, poudre ...) sont administrés par voie orale, 3% par massage et correspondent aux huiles essentielles, les 20% restant rassemblent les autres modes d'administrations (Figure 3). Ce qui confirme les vertus thérapeutiques préalablement cités de cette plante pour soigner certaines maladies ainsi que celles de ses huiles essentielles pour traiter les problèmes lymphatiques et circulatoires [12].

L'enquête ethnobotanique a révélé que *P. lentiscus* est consommée principalement pour le traitement des maladies de l'appareil digestif (75%). Elle est également utilisée pour les soins des cheveux (9%), et contre les affections dermatologiques (2%). Le pourcentage d'utilisation de la plante pour le traitement des maladies des appareils uro-génital et respiratoire est de l'ordre de 1% pour chacun, le traitement des affections ostéo-articulaires et d'autres utilisations représentent un pourcentage de 6% chacun (Figure 3f). Quelque soit la maladie soignée, 90% des usagers ont confirmé l'efficacité du traitement par les différents dérivés de *P. lentiscus* (guérison), l'ensemble des informateurs ont indiqué l'absence totale des effets secondaires et des intoxications suite à l'utilisation de cette plante.

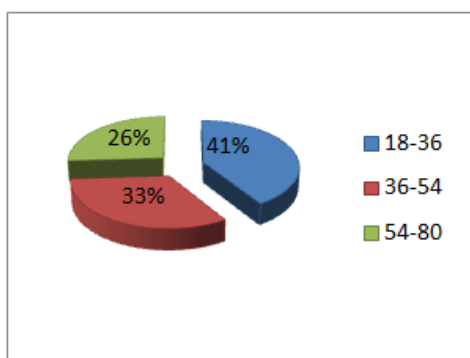


Figure 2a

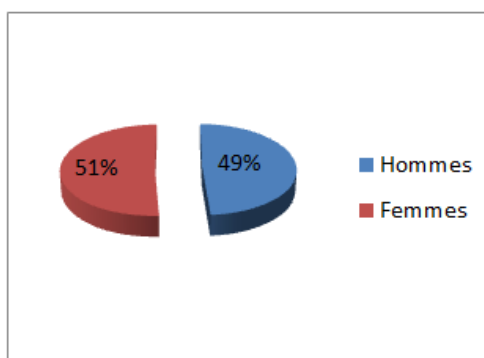


Figure 2b

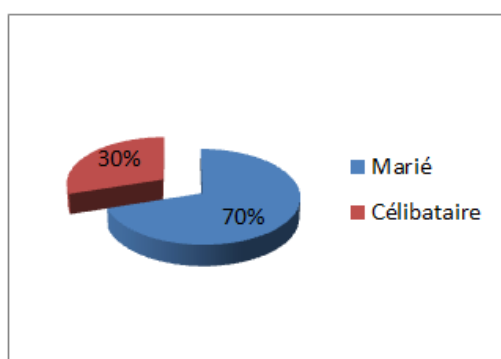


Figure 2c

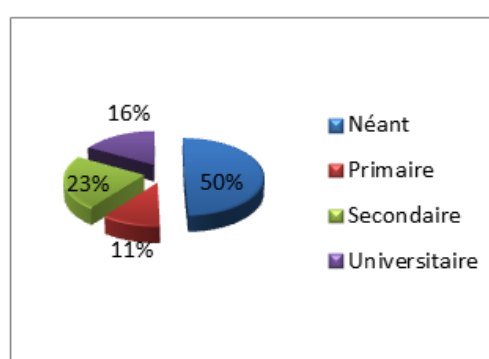


Figure 2d

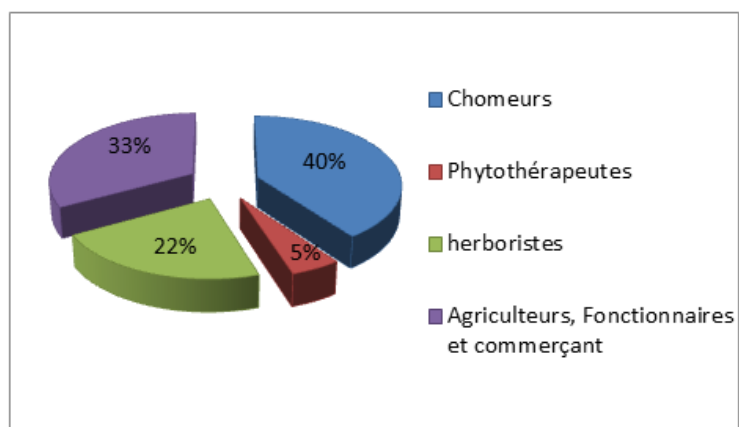


Figure 2e

Figure 2: Répartition des utilisateurs de *Pistacia lentiscus* selon (a) : l'âge, (b) : le genre, (c) : la situation familiale, (d) : le niveau scolaire et (e) : la profession

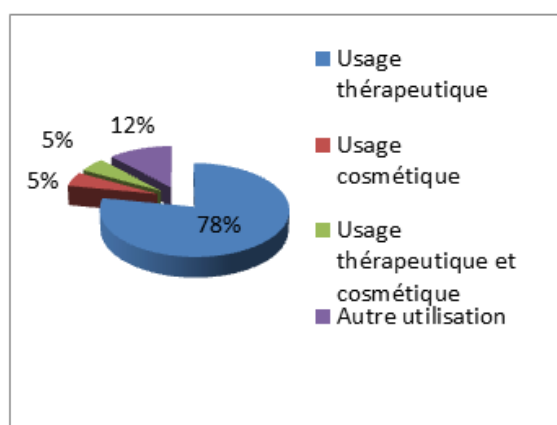


Figure 3a

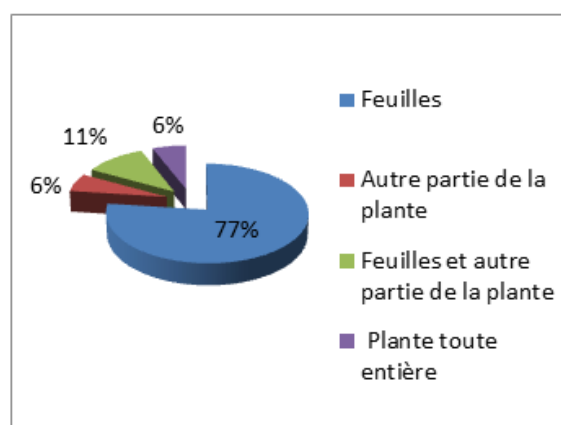


Figure 3b

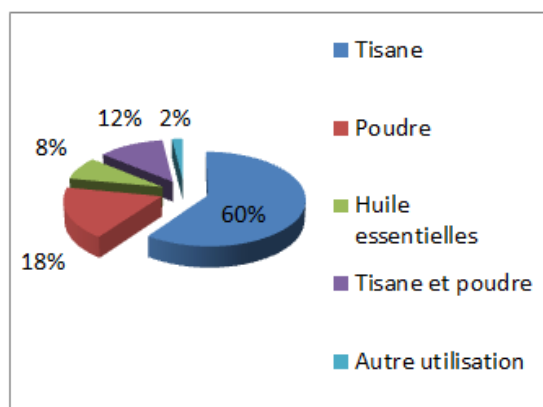


Figure 3c

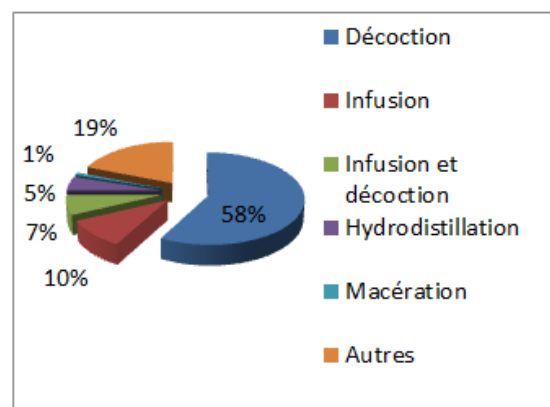


Figure 3d

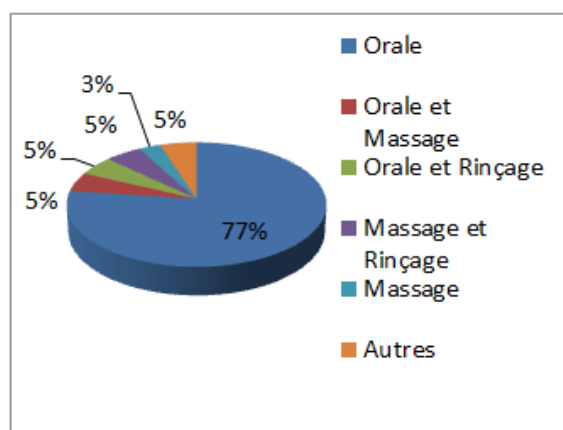


Figure 3e

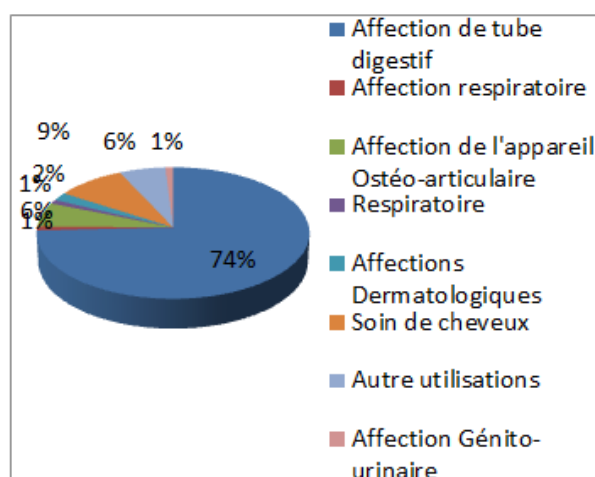


Figure 3f

Figure 3: Répartition de l'utilisation de *Pistacia lentiscus* selon: (a) la nature d'usage, (b) la partie utilisée, (c) la forme d'utilisation, (d) le mode de préparation, (e) le mode d'administration et (f) les affections traitées

4 CONCLUSION

Cette enquête ethnobotanique a permis de préciser les différentes utilisations de *P. lentiscus* par la population de la ville de Taounate (Nord du Maroc) ainsi que de recueillir des informations sur la nature des usagers. Ce qui a révélé une multitude de résultats qui montrent que 41% des utilisateurs de cette plante sont jeunes et appartiennent à une tranche d'âge de 18 à 36 ans, que 70% sont mariés, 51% sont des femmes et 50% sont analphabètes. Ce qui rassure sur la bonne transmission de la culture d'utilisation de *P. lentiscus* comme plante médicinale mais peut menacer sa persistance à cause de modalités de collecte inappropriées. Par ailleurs, il s'est avéré que 78% des usages de *P. lentiscus* dans la zone d'étude sont thérapeutiques, que le feuillage représente la partie la plus utilisée de la plante (77%) et que la décoction correspond au mode de préparation le plus pratiqué. De même, sur l'ensemble des maladies traitées, les affections digestives représentent les maladies les plus citées (74%). Ainsi, grâce aux vertus thérapeutiques précisés et au taux de guérison indiqué (90%), *P. lentiscus* pourrait être considéré comme source de produit bioactifs pour la formulation de nouveaux médicaments, surtout qu'aucun effet indésirable n'a été signalé. Enfin, ce travail est une contribution pour valoriser *Pistacia lentiscus* en déterminant ses usages par la population de la ville de Taounate.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leurs sincères remerciements au Haut Commissaire aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification de la région de Taounate, pour sa collaboration et pour toutes les informations aimablement fournies concernant la zone étudiée.

RÉFÉRENCES

- [1] S. Salhi, M. Fadli, L. Zidane, and A. Douira, "Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc), " *Lazaroo*, 31, 133-146, 2010.
- [2] A. M. Scherrer, R. Motti, and C. S. Weckerle, "Traditional plant use in the areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy), " *Journal of Ethnopharmacology*, 97, 129-143, 2005.
- [3] O. Benkhniq, L. Zidane, M. Fadli, H. Elyacoubi, A. Rochdi, and A. Douira, "Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc), " *Acta Botanica Barcelona*, 53, 191-216, 2011.
- [4] A. Daoudi, H. Boutou, J. Ibijbjen, T. Zair, and L. Nassiri, "Etude ethnobotanique du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica*, dans la ville de Meknes (Maroc), " *Science Lib*, 5, 2013.
- [5] S. Paraschos, P. Magiatis, S. Mitaku, K. Petraki, A. Kaliaropoulos, P. Maragoudakis, and A. Villar, "Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L., " *International Journal Crude Drug Research*, 25, 1-3, 1987.

- [6] A. Villar, M. J. Sanz, and M. Payo, "Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L., " *International Journal Crude Drug Research*, 25, 1-3, 1987.
- [7] P. Magiatis, E. Melliou, A. L. Skaltsounis, I. B. Chinou, and S. Mitaku, "Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. chia, " *Planta Med*, 65, 749-751, 1999.
- [8] S. Janakat, and H. Al-Merie, "Evaluation of hepatoprotective effect of *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia* and *Nicotiana glauca*, " *Journal of Ethnopharmacology*, 83, 135-138, 2002.
- [9] S. Kordali, A. Cakir, H. Zengin, and M. E. Duru, Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in turkey, *Fitoterapia*, 74, 164-167, 2003.
- [10] M. S. Ali-Shtayeh, R. M. R Yaghmour, Y. R. Faidi, K. A. L. Salem, and M. A. Al-Nuri, "Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the palestini an area, " *Journal of Ethnopharmacology*, 60, 265-271, 1998.
- [11] M. S. Ali-Shtayeh, Z. Yaniv and J. Mahajna, "Ethnobotanical survey in the palestini an area: a classification of the healing potential of medicinal plants, " *Journal of Ethnopharmacology*, 73, 221-232, 2000.
- [12] A. J. N. Prichard, "The use of essential oils to treat snoring, " *Phytotherapy Research*, 18, 696-699, 2004.
- [13] C. Anyinam, "Ecology and ethnomedicine: exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices, " *Social Science and Medicine*, 4, 321-329, 1995.
- [14] R. Mehdioui, and A. Kahouadji, "Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira), " *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 29, 11-20, 2007.
- [15] N. Benlamdini, M. Elhafian, A. Rochdi, and L. Zidane, "Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinal du Haute Moulouya, Maroc, " *Journal of Applied Bioscience*, 78, 6771 – 6787, 2014.
- [16] M. El Hafian, N. Benlamdini, H. Elyacoubi, L. Zidane, and A. Rochdi, "Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida Outanane, Maroc, " *Journal of Applied Bioscience*, 81, 7198-7213, 2014.
- [17] A. B. Cunningham, "Recommandations pour les zones à usages multiples et les alternatives de développement autour du parc national de Bwindi Impénétrable, Ouganda, " *Documents de travail Peuples et Plantes*, n° 4. UNESCO, Paris, 66, 1996.
- [18] G. I. Touckia, E. Kosh-Komba, and O. D. Yongo, "Plantes alimentaires d'intérêt médicinal utilisées par les Pygmées de la commune de Pissa (République Centrafricaine), " *International Journal of Biology Chemistry Science*, 8, 517-527, 2014.
- [19] M. Ould El Hadj, Didi, M. Hadj-Mahammed, and H. Zabeirou, "Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional EST), " *Courrier du Savoir*, 03, 47-51, 2003.

ANNEXE I

FICHE DE L'ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Profil d'informateur

Age :

Sexe : ☐ Masculin ☐ Féminin

Situation familiale : ☐ célibataire ☐ Marié(e)

Niveau académique : ☐ Néant ☐ Primaire ☐ Secondaire ☐ Universitaire

Profession :

Matériel végétal

 Caractère de la plante

Nom scientifique :

Nom vernaculaire :

Période de collecte :

Type de collecteur : ☐ Nomade ☐ Berger ☐ Agriculteur

Prix (kg/Dh) :

 Usage de la plante

Nature d'usage : ☐ Thérapeutique ☐ Cosmétique ☐ Autres

Partie utilisées: ☐ Tige ☐ Fleurs ☐ Fruits ☐ Graine ☐ Écorce ☐ Racine ☐ Bulbe
☐ Feuilles ☐ Plante toute entière

☐ Autres combinaisons

Plante est utilisée : ☐ Seule ou en ☐ Association possible (de plantes) :

Forme d'emploi: ☐ Tisane ☐ Poudre ☐ Huiles essentielles ☐ Extrait

Mode de préparation: ☐ Infusion ☐ Décoction ☐ Macération ☐ Cataplasme ☐ Cru
☐ Autres :

Mode d'administration: ☐ Oral ☐ Massage ☐ Rinçage ☐ Autres :

 Affection traitée

☐ Dermatologique ☐ Génito-urinaire ☐ Respiratoires ☐ Cardio-vasculaire

☐ Ostéo-articulaires ☐ Neurologique ☐ Affection du tube digestif

Résultats d'utilisation : ☐ Guérison ☐ Amélioration ☐ Inefficace

Effets secondaires engendrés :

Toxicité :

Business Growth thru Social Media Marketing

Abeer Alharbie

College of Public and International Affairs,
University of Bridgeport, Bridgeport, CT06604, USA

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

ABSTRACT: Social media has changed the name of the game for businesses when it comes to marketing their products and services. These new online platforms provide an avenue for a more personal interaction among companies, prospects and existing customers which is no longer one-directional but rather an open forum with immediate responses. With its accessibility and affordability, even small businesses can now execute marketing initiatives that has a wider reach and larger impact especially in branding. In this paper, the author explores six independent factors of social media marketing which results in business growth. Each factor is carefully discussed and analyzed in order to determine how it brings about a positive impact to the business.

KEYWORDS: Social media, low cost marketing, business growth, reach, branding, sales.

1 INTRODUCTION

Every business relies on marketing to establish customer relationship, promote brand recall and improve sales. The advent of social media has drastically changed the business landscape and evened out the level playing field. Social media marketing has become the trend providing marketing opportunities for big and small companies alike. While it previously required much effort and capital to create and implement marketing strategies, this new online platform has broken boundaries to provide a more efficient yet cheaper form of engaging the customers. The middleman has also been eliminated in the equation allowing businesses to directly interact with customers regardless of physical limitations. "Riders were used to connecting with the customer service department, now the communications department has a lot more interaction [1]." As a powerful tool in commerce, nearly every business is exploring the wonders that social media has brought in. Since the continued advancement of technology would most likely result in the increase of the popularity and impact of social media, businesses are finding ways to effectively utilize it to their advantage.

1.1 DEFINITION OF SOCIAL MEDIA MARKETING

As a new media platform, social media is defined as "online resources that people use to share content: video, photos, images, text, ideas, insight, humor, opinion, gossip, news [2]." To put it simply, it consists of various online technologies that enable the creation and distribution of content [3]. On the other hand, social media marketing involves marketing initiatives carried out through online community platforms. It is defined as "a process that empowers individuals to promote their websites, products, or services through online social channels and to communicate with and tap into a much larger community that may not have been available via traditional advertising channels [4]."

2 EFFECTS OF SOCIAL MEDIA MARKETING

A change in marketing strategy over the past few years was mainly attributed to the thrust of companies to deviate from practices of traditional marketing and explore the new opportunities presented by social media. However, some of these initiatives are more directed towards joining the trend without much consideration as to how social media marketing affects

business growth. The premise of this study is that social media marketing through its very nature and purpose can positively promote business growth. Knowing its fundamental aspects would contribute to the understanding of how to effectively maximize the use of this online platform to achieve business growth. Accordingly, this study proposes a causal model connecting six (6) factors relating social media marketing to business growth.

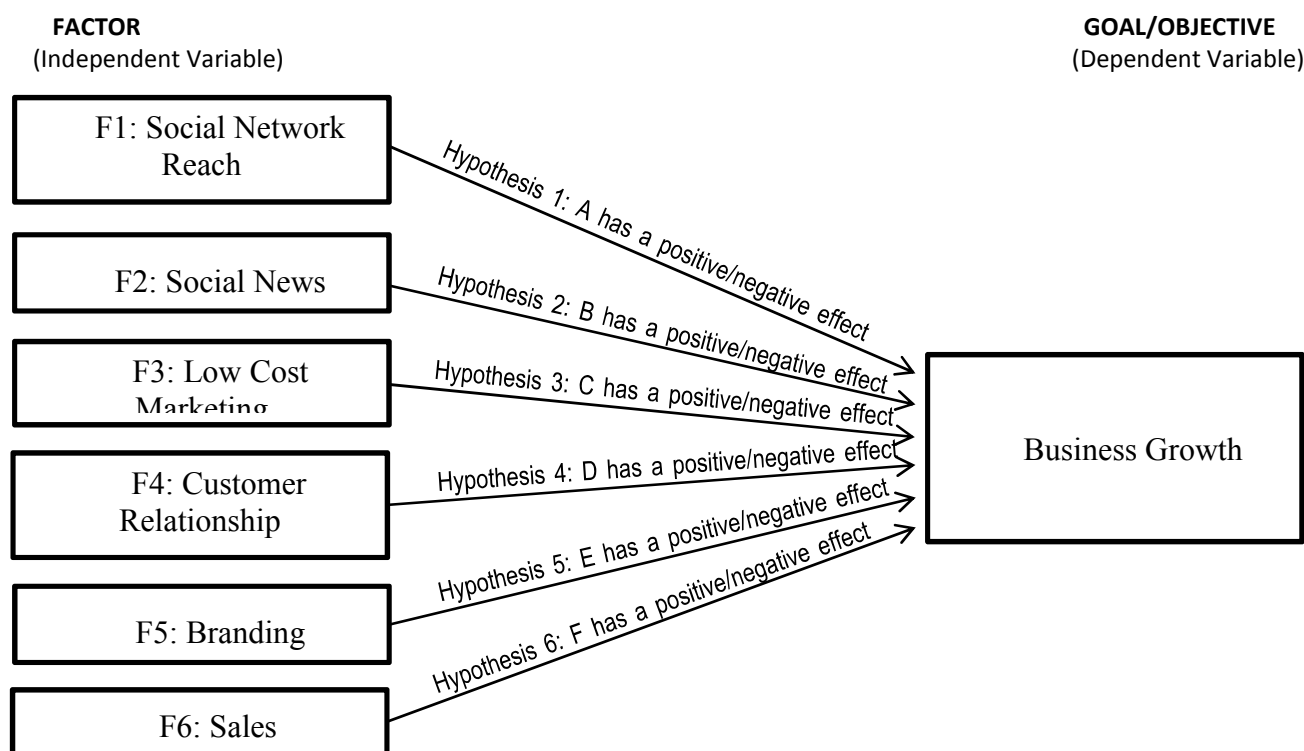


Fig. 1. Causal Model. Effects of Social Media Marketing Types on Business Growth

2.1 FACTOR 1: SOCIAL NETWORK REACH

A brief review of the number of social media users today reflects how it has expanded in the recent years. According to the Social Networking Fact Sheet of the Pew Research Center, seventy-four percent (74%) of online adults use social networking sites as of January 2014. Facebook, whose users comprised seventy-one percent (71%) of online adults, remains the platform of choice [5]. To date, Facebook alone has roughly around 1.35 billion active users which is almost twenty percent (20%) of the world's population [6]. Tumblr, Twitter, LinkedIn and Google+ users range from 230 million to 343 million worldwide in 2014 [7].

Reach is the percentage of people in the target audience [8], hence, it is one of the main factors affecting a brand. With the combination of technology and social interaction, social media has paved the way for businesses to expand their reach and bring their products and services closer to their markets. As cited in ISACA (2010), "of the Fortune Global 100 companies, 65 percent have active Twitter accounts, 54 percent have Facebook fan pages, 50 percent have YouTube video channels and 33 percent have corporate blogs [9]" This is the main reason by businesses have opted to venture into social media marketing—immediate connection with prospective customers. "Facebook users spend more than a fourth of their time on the site consuming and interacting with the Facebook Newsfeed; this activity represents four percent (4%) of all time spent online in the United States. The Newsfeed also is the primary location where branded content is consumed. In fact, users are 40 to 150 times more likely to consume branded content in the Newsfeed than to visit the Fan Page itself [10]."

Given the statistics of social media users worldwide, it has become easier for businesses to penetrate different avenues for marketing purposes [11]. Users are potential customers who spend a significant amount of time online. While reasons for social media use vary greatly, brand exposure is a step towards the right direction. The focus of social media marketing is on people rather than products [12]. Thus, almost all types of businesses have at one point considered going online. Even the

academe are starting “to embrace social media and realizing the potential power and implications for using it as a component of their overall marketing mix [13].” Companies are given an opportunity to get to know their potential customers and find ways to meet their wants and needs. Reach can now be expanded faster, cheaper and efficiently resulting in possible business growth.

2.2 FACTOR 2: SOCIAL NEWS

The various uses of social media include being a source of news and general information. “Social media has inevitably become an integral part of the contemporary classroom, of advertising and public relation industries, of political campaigning, and of numerous other aspects of our daily existence [14].” With such a great number of online users, people have turned to the virtual world for references to the point of considering that “social media is at this time primarily a promotional tool for scholarly publishers [15].” Online content covers all kinds of topics which come from different sources allowing users to basically access any information at their disposal. Some of these may be shared by users themselves or published by universities or known authorities.

Due to the proliferation of online news content, companies are now more than interested in using them to direct traffic to their sites. Since there is a perception that news appeals to users because it gives them access to the latest trending topic [16], redirecting from a news portal to a business page gives the latter some degree of credibility or at the very least an appeal. The essence of social news to marketing is its impact to reputation—image building which gives brands appearing as part of social news some added advantage.

There being no limitations to online content except those prohibited or protected by law, “surveys indicate that sixty percent (60%) of Americans turn first to the internet when seeking health-related information [17].” This figure shows that even in the instance of experiencing medical or health problems or merely having inquiries related to it, users have the tendency to seek help from social media. Also part of social media content relate to the social problems people encounter as daily challenges to which they sincerely feel to have concern over such as child welfare, work issues, social misconduct and the like [18].

What is important to note is that this recognition of social media content as credible sources of information can become an opportunity for businesses in their marketing initiatives. Many success stories in social media prove that value creation has been transferred from companies to the users [19]. Take for instance the popularity of blog comments and forum. It springs from translating ideas into user-initiated expressions being shared to the public or to a certain group of audience. “Experiences and opinions written in blogs count as an effective form of a word-of-mouth [strategy]. It is supported that since the blogs appear raw since they are user-initiated the believability may be better compared to company-sponsored which may be impersonal. As a communication channel, blogs and forum do appeal to the public as more realistic. These then are good means for product or service testimonials [20].”

A popular strategy in social media marketing is done by bookmarking sites. Since “[it] allows individuals to add ratings, comments and web annotation which facilitates discussions with online groups and communities and further increases the benefit of collaborative working” [21] all the companies need to do is to create a profile of these communities in order to identify their shared interests. These sites offer an avenue where businesses get a glimpse of potential customers. “People use microblogging to talk about their daily activities and to seek or share information” Companies take advantage of this and try to analyze the intention of users as well as determine how they connect with other users having the same interests [22] “The use of Social Media, particularly microblogging platforms such as Twitter, has proven to be an effective channel for promoting ideas to online audiences [23].”

2.3 FACTOR 3: LOW COST MARKETING

What used to be a tremendously large marketing budget has now been diverted to fund more affordable and cost-effective online initiatives. “Social media is gaining prominence as an element of destination marketing organization (DMO) marketing strategy at a time when public sector cuts in their funding are requiring them to seek greater value in the way marketing budgets are spent [24].”

Companies, big or small, can easily create online presence whether they have the necessary funding or not. Some social media comes for free. Although there are still paid advertisements, a well-managed social media account can easily compete with it. “Social media which allows anybody to become a producer of such content and deliver it through interactive communication in the form of pyramid based on relationship is recognized as the most potentially powerful tool in business practice so marketers are intensively using social media to realize their strategies in a lower cost [25].”

Moreover, as previously mentioned, social media enables businesses to promote their products and services through online word-of-mouth. As compared to the traditional marketing, users determine what to promote or advertise on their own, at times, even without a need for the companies to direct the discussion. Public opinion in the online realm is just as vital as it is in other media, but information dissemination proves to be faster in the former.

Advertising through these channels has been carried out by attracting a targeted audience or group of consumers who have been profiled as those who will most likely find certain products a great fit for their needs [26]. Social media marketing has been considered “a promotional tool that does not need high advertising costs or an extremely high amount of time. It is a strategy of doing good and costless business marketing. If a company is aware of where its target audience is interaction in the social media landscape, a small investment is enough to get a social media strategy started and the returns can be amazing [27].”

The thing that makes social media marketing even more attractive to businesses aside from its affordability is its ready target market. Without promoting the use of social media, people just naturally become users for varying reasons. Once they become users, the opportunity to reach them becomes possible. “People will join social networks like Facebook and Orkut and use these services on their own, for hours at a time, without paid incentives [28].”

The ongoing natural expansion of the social media automatically translates to having more opportunities for businesses to exploit it for reaching potential customers. Cutting down on traditional marketing budget gives businesses additional funding for expansion or upgrading which more often than not are expected to result in growth and better return of investment.

2.4 FACTOR 4: CUSTOMER RELATIONSHIP

The very essence of social media is interconnectivity and this is where a strong business marketing team would invest in. While the advantages of using social media to promote businesses can easily be seen, it is just as easy to foresee that it can also go the other way through negative responses from users. “Companies are now more careful with advertising; chiefly in anticipating consumer response and avoiding unanticipated blunders to prevent a viral consumer backlash in networking sites. Social media plays a hybrid role in the promotion mix. It allows companies to talk to their clientele and, at the same time, it allows regulars to talk to one another. Shaping customers' discussions to ensure they are aligned to the organization's goals...Marketers are only too happy to view the social web as a new set of channels through which to market their goods or services. Social media marketing is a hot topic for companies. It allows companies to establish a communication channel with its customers, market their products, build brand equity, and boost clientele faithfulness [29].”

It is through marketing that companies establish relationships with potential customers and retain existing clientele. Social media has given all the stakeholders an opportunity to meet and interact without the need of too much effort. “[It] allows companies to slowly build relationships of trust and authority, while keeping brand name in front of customers so they are aware of what is being offered [26].” What makes this a more attractive platform for consumers is the fact that there is something personal about engagements in social media. “People want to communicate with other people, not with corporations [30].”

It comes to no surprise that there is a rapidly growing number of companies having official social media accounts. “One of the best reasons to join or even create a social network is because doing so nurtures a customized experience.” When an online community is personalized around the company, lasting connections are built with the consumers [31]. “With social media, the goal is to build a relationship that is consistent and everlasting. It's very difficult for marketers to grasp this concept, especially if they come from an organization in which members were not forced to make direct connections with consumers [32].”

Even though social media shares some similarities with the traditional forms of media, the former's ever-changing nature differentiates it from the latter. Social media builds relationships among users themselves not just between the source and the receiver as the default in print, radio, television or electronic media. [33]. A whole new world creating a new vocabulary has emerged with the rise of social media. “‘Sharing’, ‘friending’, ‘joking’, ‘following’, ‘trending’, and ‘cavorting’ have come to denote online practices imbued with specific technological and economic meanings [34].” The personalized interactive experience is a unique feature of social media marketing which when used effectively can gain the loyalty and trust of consumers.

2.5 FACTOR 5: BRANDING

An interrelated and sometimes inseparable business concept from marketing is branding. Brand is defined as “a combination of differentiating attributes that connect on an emotional level with desired markets. A brand affects the thought process and the emotional responses of an audience. A brand is a relationship. A brand creates value. A brand touches the core emotions and values of its constituents [35].” When consumers engage the brand in whatever form of media, it results to a brand experience which ideally has been designed to be strictly controlled by the organization “at every point of contact. A brand experience should leave the customer feeling satisfied and eager to—or at least willing to—engage the brand again [35].”

Branding is, thus, what sets apart one product from its competitors. To inform and persuade the consumers of this differentiation, companies rely on the strength of its marketing strategies. It has become rather difficult to achieve the level of uniqueness to stand out given the accessibility of social media to just about every company and every consumer but executed properly, “brands may utilize social media marketing as an integrated component in a marketing communications campaign [36].”

In the sea of social media users, it takes a lot of creativity and imagination to be able to make a mark and achieve brand recall. However, it cannot be denied that online presence promotes branding. On Facebook alone, “users who see a brand regularly on their wall will become much more familiar and have far greater brand awareness than retailers who are less visible [37].” Other social networking sites are regularly used “to achieve brand objectives, the most popular of which is to attract new customers [38].”

The ultimate goal of marketing and branding is brand loyalty which can be achieved when consumers positively respond to the brand experience. A study conducted showed that “brand loyalty of the customers is positively affected when the brand (1) offers advantageous campaigns, (2) offers relevant content, (3) offers popular content, (4) appears on various platforms and offers applications on social media [39].” Moreover, there are “five (5) constructs of perceived social media marketing activities of luxury fashion brands [namely] entertainment, interaction, trendiness, customization, and word of mouth.” They are proven to have significantly positive effects on “value equity, relationship equity, and brand equity” [16].

There are various ways to create branding on social media such as shared content from the company, re-shared content from users and built-in tools like the ‘Sponsored Stories’ section of Facebook. “Although there has been considerable focus on counting the incidence of these brand mentions on social networks (and, to a lesser degree, categorizing it), the reach and frequency of social-media brand impressions are far more important than simply counting statistics [10].” Fan pages are one of the ways to create an effective branding. “Consumers who become fans of these brand fan pages tend to be loyal and committed to the company, and are more open to receiving information about the brand. [40]”

2.6 FACTOR 6: SALES

A July 2010 study by Gartner showed that purchase activities and decisions of around seventy-four percent (74%) of consumers are influenced by what they have read in some social media network [41]. “There is increasing evidence that online word-of-mouth has a significant influence on purchase behavior. For example, one recent Wall Street Journal survey reported that seventy-one percent (71%) of online U.S. adults use consumer reviews for their purchases and forty-two (42%) of them trust such a source [42].”

The reliance on social media content for purchase decisions covers a wide range of goods and services being advertised by companies. Some even attest that the effects of their social media marketing had immediate effects. “Over a [certain] eight-week period the [social media] program brought in new mortgage balances exceeding \$2.1 million. The financial institution gained 19 new mortgages, with direct and indirect profits totaling more than \$70,000 in a very narrowly defined segment [43].” However, not all social media platforms have the same effect or attract the same volume of consumers. For example, “a company with 100 Twitter followers won’t receive nearly the ranking bonus of a mega-corporation with a million Facebook likes and a million Twitter followers [44].” Since membership in social media is driven by the preferences of the users, there also seems to be a difference in the kind of consumers depending on the type of social media.

In every business, both marketing and sales are the best indicators showing how prospective clients become customers. With so many products and services to choose from, one of the techniques used by businesses to retain customers is to stand out in after-sales service. It is this part of the buying experience that encourages satisfied customers to purchase again. Social media has made customer service easier by ensuring that companies through their brands stay connected with the customers even after the transactions [45].

The reason behind the success of social media marketing in improving sales may be traced by the study the direct connection between lifestyle and consumable goods and services. "It is widely believed that a consumer's lifestyle is defined by the goods and services he or she buys, and also by the way he or she consumes them. This research method leads to the hypothesis is that all the purchases made by any given consumer—in other words, the types of products he or she buys—are indicators of his or her lifestyle [46]." Social media has a way of making some personal information available as well as enabling companies to determine how certain users are to be grouped based on interests and lifestyle through leads generation. Leads are defined as "potential customers or sales prospects [27]." This is where growth opportunities come from—selling something new to existing clientele and identifying new markets through the social media [47].

3 THE IMPORTANCE

The main rationale for this paper is to determine how certain factors of social media marketing affect business growth. Factors, both internal and external, which are directly or indirectly affecting an aspect of a business can bring in opportunities or threats, or even both. At times, managers or leaders are confronted with situations wherein they find it better not to act rather than commit a mistake with unexpected results. It is therefore vital that they equip themselves with knowledge and understanding of realities and social environment to be able to make effective decisions [48]. Social media marketing presents businesses with this type of situation. A fast-growing media platform that continues to invade all sectors of society has given them a choice: to join the hype before every other competitor does or maintain the existing business strategies.

4 CONCLUSION

The six (6) factors of social media marketing: social network reach, social news, low cost marketing, customer relationship, branding and sales have been shown to have positive effects based on the research conducted. By changing how businesses interact with consumers as well as developing better branding, marketing has moved on to its next phase by going digital, online and within the reach of millions.

The return of investment can be easily seen in the field of marketing by the responses of the prospects and existing customers and by the revenues of the company post-implementation. While the timeline for measuring the returns may vary in each company, it remains important to assess past performances, even if they are not always considered as perfect indicators, because it can shape or direct the future plans of the businesses [49] particularly on what approaches or strategies attract new customers or retain existing ones.

Taking a step towards social media marketing opens the company to the world and in effect requires businesses to give up some control and allowing consumers to shape its brand [50]. There is no exactness as to what types of initiatives works best since it would mainly depend on the particular set of facts defining each business, but ultimately, given a well-thought out plan would spell the difference in making a success out of the social media trend.

REFERENCES

- [1] L. Harnack NEW MEDIA Marketing. 37(1), 22-27. 2011.
- [2] G. Drury. Opinion piece: Social media: Should marketers engage and how can it be done effectively? *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 9, 274-277, 2008.
- [3] D. Zarrella. *The social media marketing book*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2010.
Retrieved from http://danzarrella.com/Social_Media_Marketing_Book_ch1_3.pdf on April 22, 2015.
- [4] T. Weinberg. *The new community rules: Marketing on the social web*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2009.
Retrieved from http://www.shopsecretary.com/shopsec_account_resources/1/ebooks/The%20New%20Community%20Rules%20Marketing%20on%20the%20Social%20Web.pdf on April 23, 2015.
- [5] Pew Research Center. *Social Networking Fact Sheet*. 2014.
Retrieved from <http://www.pewinternet.org/fact-sheets/social-networking-fact-sheet/> on April 21, 2015.
- [6] C. Dewey. Almost as many people use Facebook as live in the entire country of China. *Washington Post*. 2014.
Retrieved from <http://www.washingtonpost.com/news/the-intersect/wp/2014/10/29/almost-as-many-people-use-facebook-as-live-in-the-entire-country-of-china/> on April 22, 2015.
- [7] S. Bennett. *Social Media Addiction: Statistics and Trends [INFOGRAPHIC]*. *Social Times*. 2014.
Retrieved from <http://www.adweek.com/socialtimes/social-media-addiction-stats/504131> on April 22, 2015.

- [8] J. Sterne. Social Media Metrics : How to Measure and Optimize Your Marketing Investment. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2010. Accessed April 22, 2015. ProQuest ebrary.
- [9] ISACA. Social Media: Business Benefits and Security, Governance and Assurance Perspectives, 2010. Retrieved from <https://www.isaca.org/Groups/Professional-English/security-trend/GroupDocuments/Social-Media-Wh-Paper-26-May10-Research.pdf> on April 23, 2015.
- [10] A. Lipsman, G. Mud, M. Rich and S. Bruich. The Power of "Like": How Brands Reach (and Influence) Fans Through Social-Media Marketing. *Journal Of Advertising Research*, 52(1), 40-52. doi: 10.2501/JAR-52-1-040-052, 2012.
- [11] D.J. Perdue. Social Media Marketing: Gaining a Competitive Advantage by Reaching the Masses. Liberty University. 2010. Retrieved from <http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=honors> on April 23, 2015.
- [12] S. Diamond. Web Marketing for Small Businesses: 7 Steps to Explosive Business Growth. Sourcebooks Inc., Illinois, 2008. https://books.google.com.ph/books?id=LOfDpsOZLQEC&pg=PP3&lpg=PP3&dq=Web+Marketing+for+Small+Businesses+Stephanie+diamond&source=bl&ots=m7XprnNEYy&sig=zt18KNEO8DhFd9hg1lw0pSMif4k&hl=en&sa=X&ei=30Q6VZHkEcv-8QWwloD4DQ&redir_esc=y#v=onepage&q=focus%20on%20people&f=false (Accessed April 22, 2015).
- [13] R. Reuben. The Use of Social Media in Higher Education for Marketing and Communications: A Guide for Professionals in Higher Education. 2008. Retrieved from http://www.fullerton.edu/technologyservices/_resources/pdfs/social-media-in-higher-education.pdf on April 22, 2015.
- [14] H.S.N. Al-Deen and J.A. Hendricks. Social media: usage and impact: Lexington Books, 2011.
- [15] W.G. Mangold and D.J. Faulds. Social media: The new hybrid element of the promotion mix. *Business horizons*, 52(4), 357-365, 2009.
- [16] A.J. Kim and E. Ko. Do social media marketing activities enhance customer equity? An empirical study of luxury fashion brand. *Journal of Business research*, 65, 1480-1486, 2012.
- [17] J. Greene and A. Kasselheim. Pharmaceutical Marketing and the New Social Media. *The New England Journal of Medicine*, 2010.
- [18] S. Neti. Social Media and Its Role in Marketing. *International Journal of Enterprise Computing and Business Systems*, 1(2), 1-16, 2011.
- [19] P.R. Berthona, F. Leyland, P.K. Planggerb, D. Shapiro. Marketing meets Web 2.0, social media, and creative consumers: Implications for international marketing strategy. *Business Horizons*, 55, 261-271. doi:10.1016/j.bushor.2012.01.007, 2012.
- [20] M. Shadkam and J. O'Hara. Social Commerce Dimensions: The Potential Leverage for Marketers. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 18(1), 1-14, 2013.
- [21] N. Cordell. How I Use It: Social Bookmarking. *Occupational Medicine*, 62(8), 673-674, 2012.
- [22] A. Java, X. Song, T. Finin and B. Tseng. *Why we twitter: understanding microblogging usage and communities*. Paper presented at the Proceedings of the 9th WebKDD and 1st SNA-KDD 2007 workshop on Web mining and social network analysis, 2007.
- [23] A.E. Cano, S. Mazumdar and F. Ciravegna. Social influence analysis in microblogging platforms—a topic-sensitive based approach. *Semantic Web*, 5(5), 357-372, 2014.
- [24] S. Hays, S. Page and D. Buhalis. Social media as a destination marketing tool: its use by national tourism organisations;. *Current Issues in Tourism*, 16(3), 2013.
- [25] A. Kazım Kirtışa and F. Karahanb. To Be or Not to Be in Social Media Arena as the Most Cost-Efficient Marketing Strategy after the Global Recession. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 24, 260-268. doi: doi:10.1016/j.sbspro.2011.09.083, 2011.
- [26] J. Rampton. How Social Media Can Elevate your Marketing Automation. *Forbes Magazine*. 2015. Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/johnrampton/2015/01/12/how-social-media-can-elevate-your-marketing-automation/2/> on April 20, 2015.
- [27] C. Arca. Social Media Marketing benefits for businesses: Why and how should every business create and develop its Social Media Sites? Aalborg University. Denmark. 2012. Retrieved from http://projekter.aau.dk/projekter/files/63562608/celinearca_mscinternationalmarketing_masterthesis2012.pdf (on April 22, 2015).
- [28] D. Evans, and J. McKee. Social Media Marketing : The Next Generation of Business Engagement. Hoboken, NJ, USA: Sybex, 2010. Accessed April 22, 2015. ProQuest ebrary.
- [29] M. Saravanakumar and T. Suganthalakshmi. Social Media Marketing. *Life Science Journal*, 9(4), 4444-4451, 2012.
- [30] B.J. Reynolds. Building trust through social media. CDC's experience during the H1N1 influenza response. *Marketing health services*, 30(2), 18-21, 2009.
- [31] E. Ozgen and R.A. Baron. Social sources of information in opportunity recognition: Effects of mentors, industry networks, and professional forums. *Journal of business venturing*, 22(2), 174-192, 2007.

- [32] S. Agresta, B.B. Bough and J. Miletsky. Perspectives on Social Media Marketing. Boston, MA, USA: Course Technology / Cengage Learning, 2010. Accessed April 23, 2015. ProQuest ebrary.
- [33] C. Davis III, HF, Deil-Amen, R. Rios, C. Aguilar, C. Gonzalez and M. Sacramento. Social Media in Higher Education: A literature review and research directions, 2012.
- [34] J. Van Dijck. *The culture of connectivity: A critical history of social media*: Oxford University Press, 2013.
- [35] D. Funk and A.M. Levis. Conscious Branding. New York, NY, USA: Business Expert Press, 2009. Accessed April 22, 2015. ProQuest ebrary.
- [36] C. Ashley and T. Tracey. Creative Strategies in Social Media Marketing: An Exploratory Study of Branded Social Content and Consumer Engagement. East Carolina University. 2014.
Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mar.20761/pdf> on April 20, 2015.
- [37] A. Baltazar. Digital Delivery: from Facebook to mommy bloggers, social media is stealing marketing spotlight. *Chain Store Age*, 89(1), 30-31, 2013.
- [38] N. Michaelidou, N. Siamagka, N. Theofania and G. Christodoulides. Usage, barriers and measurement of social media marketing: An exploratory investigation of small and medium B2B brands. *Industrial Marketing Management*, 40(7), 1153-1159., 2011.
- [39] I.E. Erdoğan, M. Çiçek. The Impact of Social Media Marketing on Brand Loyalty. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1353-1360. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.1119, 2012.
- [40] L. de Vries, S. Gensler, P.S.H. Leeflang. Popularity of Brand Posts on Brand Fan Pages: An Investigation of the Effects of Social Media Marketing. *Journal of Interactive Marketing*, 26(2), 83-91. doi:10.1016/j.intmar.2012.01.003, 2012.
- [41] C. Contact. Turn Your Social Buzz into a Loud Roar, 10 Strategies for Social Media Marketing Success, 2011.
- [42] J. Demers. 6 Social Media Practices that Boost SEO. *Forbes Magazine*. 2015.
- [43] Y. Chen, F. Scott Q. Wang. The Role of Marketing in Social Media: How Online Consumer Reviews Evolve. *Journal of Interactive Marketing*, 25, 85-94. doi: doi:10.1016/j.intmar.2011.01.003, 2011.
- [44] T. Rizzo. How to Achieve High Direct Marketing Response Rates. *ABA Bank Marketing*, 43, 30-34, 2011.
- [45] L. Safko. Social Media Bible: Tactics, Tools, and Strategies for Business Success (3rd ed.) Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons, 2012.
- [46] L.R. Kahle and P. Valette-Florence. Marketplace Lifestyles in an Age of Social Media : Theory and Methods. Armonk, NY, USA: M.E. Sharpe, Inc., 2012. Accessed April 22, 2015. ProQuest ebrary.
- [47] M. Reece. Real-Time Marketing for Business Growth How to Use Social Media, Measure Marketing, and Create a Culture of Execution. FT Press Upper Saddle River, New Jersey. 2010.
Retrieved from http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi1656849867642.pdf on April 23, 2015.
- [48] C. Vasilescu. Effective Strategic Decision Making. Journal of Defense Resources Management. Brasov, Romania, Vol 2, Issue 1. Retrieved from http://journal.dresmara.ro/issues/volume2_issue1/12_vasilescu.pdf on April 23, 2015.
- [49] G. Powell, S. Groves and J. Dimos. ROI of Social Media : How to Improve the Return on Your Social Marketing Investment. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2011. Accessed April 22, 2015. ProQuest ebrary.
- [50] Ektron. Social Media Strategy: Word-of-mouth marketing for the digital age.
Retrieved from <http://www.een.edu/descargas/9/es/developing-a-social-media-estrategy.pdf> on April 22, 2015.

Chemical Characterization and Antibacterial Evaluation of *Juniperus phoenicea* L. Leaves and Fruits' Essential Oils from Eastern High Atlas (Morocco)

Smail AMALICH¹, Nadia ZEKRI¹, N'Dédianhoua K. SORO¹, Kamal FADILI¹, Youssef KHABBAL², Malika MAHJOUBI¹, EL Hassan AKDIM¹, and Touriya ZAÏR¹

¹Laboratory of bioactive molecules Chemistry and environment, Moulay Ismail University of Sciences –Meknes, Morocco

²Laboratory of Medical and pharmacy school pharmacology, Fez, LCAM, HASSAN II University, Hospital Pharmacovigilance, Center of Fez, Morocco

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

ABSTRACT: Aromatic and medicinal plants are a great source of complex molecules exploited by mankind in many industrial fields. Currently, the increasing use of natural occurring compounds has been observed and this fact justifies the increasing production of certain medicinal and aromatic plants (MAP). In this work, we were interested to valorize *Juniperus phoenicea*, a native species from Moroccan Eastern High Atlas (Tounfite). This plant is used in traditional medicine for its medicinal properties to treat many infectious diseases. *J. phoenicea*'s leaves and fruits harvested in the flowering period (October 2013) have been subjected to hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus. The yields of extracted essential oils (EOs) are about 1.71% and 2.01% respectively for leaves and fruits. Analysis of the chemical composition of both EOs (from leaves and fruits), by gas chromatography coupled with mass spectrometry, has shown their richness in monoterpenes (81.05% and 51.73%) and sesquiterpenes (13.71% and 38.08%). Both EOs are widely dominated by α -pinene (78.11% - 48.18% respectively). Antimicrobial activity of these oils was evaluated against four clinical strains: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*. The results have shown that *P. aeruginosa* and *S. aureus* strains are sensitive to leaves' EO with inhibition areas that reached 23 mm and 26 mm respectively. The same minimum inhibitory concentration of 5.60 μ l/ml was found. These two strains are also sensitive to fruits' EO with inhibition zones of 19 mm and 11.50 mm and the minimum inhibitory concentrations are 11.20 μ l/ml and 2.40 μ l/ml respectively. In conclusion, fruits of *J. phoenicea* were richer in essential oils than its leaves with very high dominance of α -pinene. For the antimicrobial activity, EO from *J. phoenicea*'s leaves, richer in monoterpenes, has been more effective against *P. aeruginosa* and *S. aureus* than the one extracted from the fruits. Nevertheless, both organs of *J. phoenicea* (leaves and fruits) showed a moderate antibacterial activity against the tested microorganisms.

KEYWORDS: *Juniperus phoenicea*, α -pinene, Essential oils, antibacterial activity, bacterial strains.

1 INTRODUCTION

Medicinal plants remain undeniably a major source of drugs, either because their constituents are valuable active ingredients, or because chemists were able to change the structure of certain molecules they contain in order to make them less toxic, more effective or to give them a better bioavailability. Currently, about 25% of modern drugs are developed from plants [1]. Indeed, the use of essential oils (EOs) is increasingly widespread since they are considered as natural products of high value. They exhibit pharmacological properties both at human and industrial scales; they have important applications in medicine, either by their good smell or their physiological efficacy or their capacity to relieve pain.

Juniperus (*Cupressaceae*) genus contains about seventy-five species grouped into three sections. The *Caryocedrus* section, in which we find only one species, is limited to the Eastern hemisphere [2], [3]. The *Juniperus* section which contains fourteen species: twelve only in the Eastern hemisphere, one endemic in North America and one species (*J. communis*) is circumboreal

[3]. and Sabina section where you can find about sixty species distributed equally between the Eastern and Western hemispheres [2].

Juniperus phoenicea L. is the only juniper with serrated leaves in the Eastern hemisphere. It is generally considered *Juniperus phoenicea* var. *phoenicea* or *Juniperus phoenicea* var. *turbinata* [2] or *Juniperus phoenicea* subsp. [4]. However, Adams and Schwarzbach (2013) [5] have recently shown that *Juniperus phoenicea* L. does not belong to a clad serrated leaves juniper that occurs in the Western Hemisphere, for that, they have designated *J. phoenicea* as "pseudo serrate" juniper to distinguish from serrated leaves juniper in the Western Hemisphere. In addition, they also found that two varieties of *J. phoenicea*. (var. *phoenicea* and var. *turbinata*) differ in their DNA sequences as well as several other recognized species of *Juniperus*.

Juniperus phoenicea L. also called "red cedar", is a shrub or a small tree native to the Northern Mediterranean, from Portugal to Israel [6]. It is also native to North-Africa, Algeria and Morocco and the Canary Islands [6].

J. phoenicea in Morocco is a circum-Mediterranean species; it is confined in the Middle-Atlas, High Atlas, Rif, dunes of the Mediterranean and Atlantic coasts. It is represented by two subspecies. The subspecies *lycia* extending from Essaouira to the mouth of the Moulouya River, covers also the sandy dunes, semi-arid bioclimate and warm sub-humid to temperate on soft sandy substrate. The *Phoenicea* subspecies that has a continental ecology grows in semi-arid, sub-humid and humid-temperate, fresh, hot and very cold bioclimatic variations [7]. We can distinguish the red cedar from other cedar species by the red color of its fruits, by its branched and less powerful port, the bushy appearance of its cylindrical branches and finally by its absence in high mountains (altitudes higher than 2200 meters) [8].

J. phoenicea L. species is considered as an important medicinal plant widely used in traditional medicine. The leaves are used as a decoction or an infusion to treat diarrhea, rheumatism [9], [10] and diabetes [9], [11], [12]. They can also be taken as powder against bronchopulmonary diseases or as diuretic. Tar of this species is used in the same way as the one of Barbary cedar, it is a substitute [13]; this plant species is considered as emmenagogue, it is also used against intestinal infection in Children [10]. Powder of dried fruits can heal skin ulcers and abscesses [14], and leaves and fruits' mixture is used as an oral hypoglycemic agent [15].

J. phoenicea L. is worth to be appreciated through its essential oils that contain a diversity of substances; they give them a wide variety of roles and biological properties. In the literature, some works have been performed on biological activities of *J. phoenicea* essential oils, they have shown that this species is antibacterial [16], [17], [19], antifungal [18], [20], antioxidant [17], [18] and cytotoxic against cell lines [19], [20].

The aim of this work is to study the bioactive substances extracted from leafy branches and fruits' EOs of *J. phoenicea* in order to use them as a natural source to fight against human pathogenic bacterial strains causing major problems in hospital environments.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL

Plant material is made up of fruits and leafy branches of *J. phoenicea* L. harvested from Tounfite, Midelt province (Eastern High Atlas) in October 2013. Both samples are dried away from light and moisture at room temperature.

The species has been identified at the Botanical Laboratory of Plant Ecology in the Scientific Institute of Rabat (Morocco) by Professor IBN TATOU.

2.2 EXTRACTION OF ESSENTIAL OILS

Extraction of essential oils was conducted by hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus; the extraction was repeated three times to determine EOs' yields. Essential oils collected, measured (ml/100g of the dried plant), were introduced into dark sealed glass bottles and then, they were stored at 4°C to be preserved from heat and light [21].

2.3 ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF EOs' CHEMICAL COMPOSITION

Chromatographic analysis of both samples of *J. phoenicea* EOs was performed on a gas chromatograph Thermo Electron type (Trace GC Ultra) coupled with a mass spectrometer type Thermo Electron Trace MS system (Thermo Electron: Trace GC

Ultra, Polaris Q MS), the fragmentation is performed by electronic impact (intensity 70 eV). The chromatograph is equipped with a DB-5 column (5% phenyl-methyl-siloxane) (30m x 0.25mm x 0,25µm film thickness), a flame ionization detector (FID) supplied by a gas mixture of H₂ / Air. The column temperature is programmed at a rate of 4°C / min from 50 to 200 °C for 5 min. The injection mode is split (leakage ratio: 1/70, flow ml / min), the carrier gas used was nitrogen with a flow rate of 1ml / min.

For compound identification, Kovats Index [22] of each compound was calculated in relation to the retention time of linear alkanes' series (C₇-C₄₀). The calculated index was then compared to those of Adams reference [23]. Mass spectra of compounds were also matched with those stored in National Institute of Standards and Technology (2014).

2.4 MICROBIAL STRAINS

Bacterial strains used in antibacterial tests were: Gram- bacteria: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumonia* and Gram + bacterium: *Staphylococcus aureus*.

They come from the CHU (University Hospital center) Hassan II-Fez, and were stored at 4 °C in test tubes containing Mueller-Hinton solid medium until use.

2.5 MICROBIOLOGICAL PROCEDURE

A. ANTIBACTERIAL TESTS

Macrodilution method in liquid medium was used to determine minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentrations (MBC) of essential oils [24]. To dimethylsulfoxide solution (DMSO), we added a quantity of essential oil about 30:70 (EO / DMSO: v/v). We vortexed for enough time to obtain a homogeneous stock solution, "S".

From the stock solution S, we selected specific volumes to have final concentrations about 0.18; 0.35; 0.70; 1.40; 2.80; 5.60; 11.20; 22.40 and 44.80 (µl/ml) which were added aseptically in a series of test tubes containing first a volume in ml of sterile Mueller-Hinton Broth. Each tube of the set containing 3.96 ml of the test solution (broth medium + EO), was inoculated with 40 µl of a 10⁸ CFU/ml-standardized inoculum. This inoculum was obtained as a suspension in sterile saline solution (0.9% NaCl). The final volume of the solution in each tube is equal to 4 ml. After incubation for 18 to 24 hours at 37°C, MICs of EOs are determined. MIC corresponds to the concentration of the first tube in which there is no growth of the test germ visible to eye. We then seeded the surface of Mueller-Hinton agar (MHA) Petri dishes with 100 µl of the contents of tubes having a concentration greater than or equal to the MIC to determine the MBC. This is the lowest concentration that completely inhibits bacterial growth in 24 hours. Furthermore, the ratio MBC/MIC of each extract was calculated to assess its antibacterial power.

B. DISC DIFFUSION ASSAYS

These tests were performed *in vitro* using 90 mm-Petri dishes, by the agar diffusion method on Mueller-Hinton [25].to determine diameters of inhibition zone. A disc of 6 mm paper (Whatman No.1) was sterilized and then placed gently on the center of the surface of a previously inoculated medium. The disc is impregnated with a volume of 2µl of EO. The inhibition diameters around the disc were measured after incubation at 37 °C for 24 h. the test was repeated three times to minimize experimental errors. The antibiotic discs used as positive control for the disc diffusion assay are amoxicillin and imipenem.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 YIELDS AND CHEMICAL COMPOSITION OF *J. PHOENICEA* ESSENTIAL OILS

The yields of essential oils obtained from samples of fruits and leafy branches of *J. phoenicea* are about 2.01% and 1.71% respectively. These yields are higher than those of red juniper from Boulmane, Morocco (1.62%) [26], two subspecies *Turbinata* and *lycia*, from Assif Almal Moroccan region (fruits 1.10%, 1.02%); and Mehdiya (Morocco) (leafy branches 0.98%, 0.90%) [27]. They are also higher than those of the red cedar from Tunisia (0.5% leaves) [28], and Algeria (leaves 0.52 %) [29]. This variation in yields may depend not only on the studied part of the plant, but also on ecological, environmental and genetic factors.

Results of chromatographic analysis of essential oils extracted from fruits and leafy branches are shown in Table 1. Thirty-eight components that represent 98.59% of the total composition of EO from fruit against fifty constituents (99.99%) in EO

extracted from leafy branches, were revealed. Essences of both parts of the red cedar have the following compounds, fruits EO: α - pinene (78.11%) as the major one along with other compounds with smaller percentages: germacrene D (5.42%), trans-dauca-4 (11), 7-diene (2.96%) and E-caryophyllene (2.77%) (Figure 1), and leafy branches's EO: α - pinene (48.18%) as major component also accompanied by other components with moderate amounts: δ -cadinene (6.61%), trans-Dauca-4 (11), 7-diene (5.66%), E-caryophyllene (4.06%), germacrene D (3.52%) and α -himachalene (2.27%) (Figure 2).

Essential oils from fruits and leafy branches are rich in monoterpenes (81.05% and 51.73%) and sesquiterpenes (13.71% and 38.08%) respectively. We also note the presence of a small proportion of oxygenated monoterpenes (1.37%, 2.53%), oxygenated sesquiterpenes (1.97%, 6.54%), and oxygenated diterpenes (0.41%, 1.11%) and hydrocarbon diterpenes specific to essential oil from fruits (0.08%). Indeed, 22 of hydrocarbon terpenes from fruit essence represent 94.84% and 30 hydrocarbon terpenes from leafy branches essence represent 89% (Table 2). As for terpene oxides, they represent 3.34% for fruits and 8.98% for the leafy branches.

Table 1. Chemical composition of EOs from fruits and leafy branches of *J. phoenicea* harvested in Eastern High Atlas

N°	Compound	IK (Adams)	Area %	
			Fruits	Leafy branches
1	Tricyclene	926	0,27	0,21
2	α - pinene	939	78,11	48,18
3	Camphene	954	0,45	0,55
4	β - pinene	979	0,95	0,41
5	δ - 2 Carene	1002	0,4	0,43
6	δ - 3 Carene	1011	0,1	0,93
7	P- Cymene	1026	0,18	0,29
8	Limonene	1029	0,37	0,49
9	Gama- Terpinene	1059	0,1	0,24
10	Fenchone	1086	-	0,46
11	Terpinolene	1088	0,12	-
12	Linalool	1096	-	0,68
13	Fenchol (endo)	1116	-	0,15
14	α - Campholenal	1126	0,12	-
15	Trans- pinocarveol	1139	0,08	-
16	Camphor	1146	-	0,25
17	Cis- Verbenol	1141	0,48	-
18	Camphene hydrate	1149	-	0,26
19	isoborneol	1160	0,51	0,28
20	Dihydrocarveol (neo-)	1194	0,18	0,27
21	Citronellol	1225	-	0,09
22	Thymol, methyl ether	1235	-	0,09
23	δ – Elemene	1338	-	0,32
24	α - Cubebene	1351	-	0,2
25	α - Copaene	1376	-	0,74
26	Patchoulene	1381	-	0,15
27	β - Elemene	1390	0,16	0,39
28	Sibirene	1400	0,19	0,13
29	E- Caryophyllene	1419	2,77	4,06
30	β - Copaene	1432	-	0,09
31	Gama- Elemene	1436	-	0,16
32	α- Himachalene	1451	0,9	2,27
33	Cis-Murolr-4(14),5 diene	1466	-	0,14
34	Trans- Cadina-1(6),4-diene	1476	-	5,42
35	Germacrene D	1481	5,42	3,52
36	Widdra-2,4(14)-diene	1482	-	0,38
37	β - Selinene	1490	-	1,48

38	δ - Selinene	1492	0,12	2,35
39	α - Muurolene	1500	0,17	1,34
40	Trans β - Guaiene	1502	0,22	-
41	Cubebol	1515	0,29	1,84
42	δ- Cadinene	1523	0,71	6,61
43	Gama-Cuprenene	1533	-	0,87
44	α - Cadinene	1538	0,09	0,99
45	Elemol	1549	0,12	0,35
46	Trans-Dauca-4(11) ,7-diene	1557	2,96	5,66
47	Maaliol	1567	0,16	0,19
48	Caryophyllene oxide	1583	0,32	0,25
49	Presilphiperfolan-8-ol	1586	-	0,22
50	Allocedrol	1589	0,18	-
51	β - Atlantol	1608	0,09	-
52	Junenol	1619	-	0,29
53	Cubenol(1-epi-)	1628	-	2,32
54	Muurola-4,10(14)-dien-1- β -ol	1631	0,27	-
55	Murolol (epi- α)	1642		0,47
56	Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol	1686	0,25	-
57	Valerianol	1658	-	0,61
58	Longiborneol acetate	1685	-	0,81
59	Shyobunol	1689	0,29	-
60	Manool oxide	1987	0,11	1,11
61	Abietadiene	2087	0,08	-
62	Abietal (4-epi-)	2298	0,3	-
Total			98,59	99,99

Table 2. Different classes of compounds identified in EOs from fruits and leafy branches of *J phoenicea*

classes of compounds	Fruits		Leafy branches	
	Number of identified compounds	%	Number of identified compounds	%
Hydrocarbon monoterpenes	10	81,05%	9	51,73%
Oxygenated Monoterpenes	5	1,37%	8	2,53%
Hydrocarbon sesquiterpenes	11	13,71%	21	38,08%
Oxygenated sesquiterpenes	9	1,97%	9	6,54%
Diterpenes	1	0,08%	0	-
Oxygenated diterpenes	2	0,41%	1	1,11%
Total	38	98,59%	50	99,99%

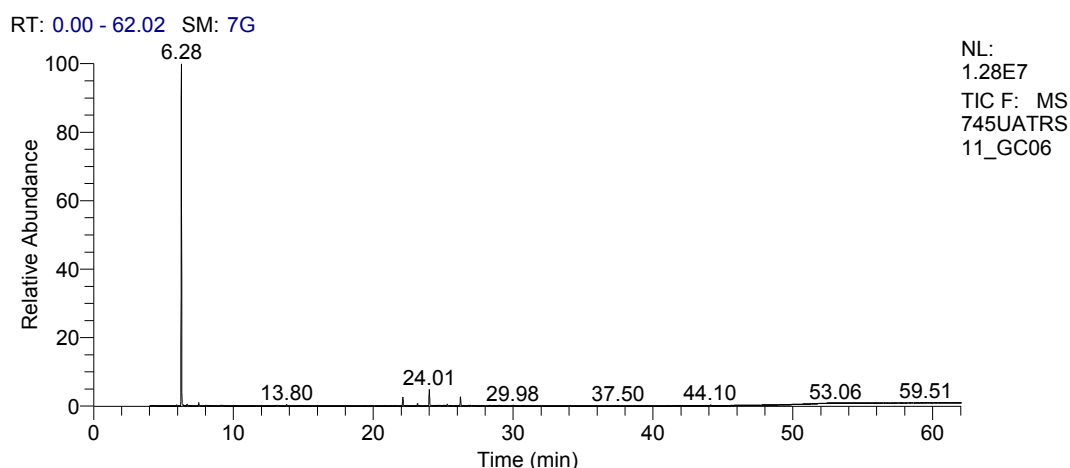


Fig. 1. Chromatogram of *Juniperus phoenicea* fruits' essential oil

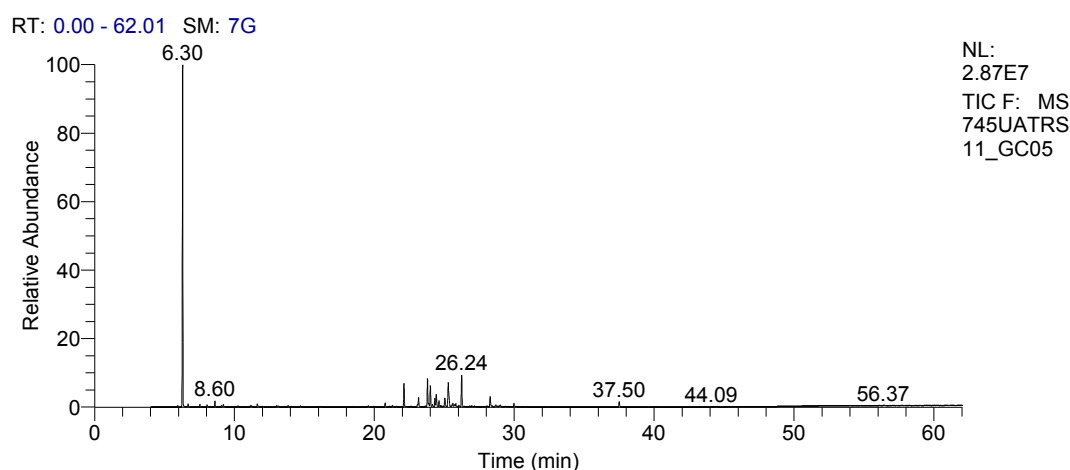


Fig. 2. Chromatogram of *Juniperus phoenicea* leaves' essential oil

3.2 SENSITIVITY OF BACTERIA TO EOs FROM LEAFY BRANCHES AND FRUITS OF *J. PHOENICEA* L.

Disc diffusion method allowed highlighting the antibacterial action of *J. phoenicea* leafy branches and fruits' essential oils towards the four bacterial strains. Results of the preliminary tests of antibacterial activity are summarized in Table 3.

Table 3. Diameters of inhibition zone against four pathogenic strains by disc diffusion method on the Mueller-Hinton solid medium after 24 hours-incubation at 37°C

Bacterial strains	Diameter of inhibition zone (mm)			
	Leafy branches	Fruits	Imipenem	Amoxicilline
<i>Escherichia coli</i>	8,30	7,00	26,00	6,00
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21,00	19,00	25,00	6,00
<i>Staphylococcus aureus</i>	18,00	11,50	61,00	19,50
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15,50	8,00	28,00	6,00

J. phoenicea L. leafy branches and fruits' EOs have shown a relatively good activity compared to the applied concentration (2µl) against bacterial strains tested on solid medium.

Despite its high resistance to certain antibiotics, *P. aeruginosa* strain had a sensitivity to essential oils from leafy branches with an inhibition zone of 21.00 mm, followed by *S. aureus* strain that was considered a highly pathogenic species of the

genus *Staphylococcus*. *S. aureus* inhibition zone was 18.00 mm, and *K. pneumonia* inhibition zone was 15.50 mm. However, this EO showed a weak antimicrobial activity against *E. coli* (8.30 mm).

As for fruits' EO, a strong antimicrobial activity was observed against *P. aeruginosa* (19.00 mm) followed by *S. aureus* with 11,50 mm as inhibition diameter, while this EO showed a low antimicrobial activity against *E. coli* and *K. pneumoniae* with 7.00 and 8.00 mm of inhibition respectively.

Among all these tested bacterial strains and relatively to all tested bacteria, *P. aeruginosa* has shown a marked sensitivity towards fruits and leafy branches' EOs, whereas *E. coli* was considered to be the most resistant strain to the tested EOs. However, EO from fruits has a relatively lower antibacterial activity compared to EO from leafy branches against all strains.

Inhibition diameters generated by these EOs, are very significantly lower than those produced by imipenem and higher than those of amoxicillin except for *S. aureus*.

Table 4. Minimum inhibitory concentrations (MIC) and Minimum bactericidal concentrations (MBC) of EOs from leaves and fruits of *J. phoenicea* (µl/ml)

Bacterial strains	Leafy branches' EO			Fruits'EO		
	MIC	MBC	MBC/MIC	MIC	MBC	MBC/MIC
<i>Escherichia coli</i>	2,80	11.20	4	>44,80	>44,80	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,60	22,40	4	11,20	22,40	2
<i>Staphylococcus aureus</i>	5,60	11,20	2	22,40	44,80	2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2,80	11,20	4	11,20	22,40	2

Table 4 summarizes the values of minimum inhibitory and bactericidal concentrations of *J. phoenicea* EOs determined in liquid medium for the four tested bacterial strains. Overall, EOs of both samples of *J. phoenicea* have proved its effectiveness against all bacteria. Based on these results, we can conclude that *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *K. pneumoniae* had sensitivity to EO from leafy branches of *J. phoenicea*. These four strains were also inhibited by the following concentrations: 2,80 µl/ml, 5,60 µl/ml, 5,60 µl/ml and 2,8µl/ ml respectively.

Essential oils extracted from fruits of this plant showed inhibitory activity against three bacterial strains *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *K. pneumonia* at the following concentrations: 11,20 µl/ml, 22,40 µl/ ml and 11,20 µl/ ml respectively. However, *E. coli* strain was the most resistant against this extract.

MIC values of leafy branches and fruits EOs are not consistent with those of inhibition diameters except for fruits' EO against *E. coli* strain. This extract from fruits has proved its inactivity against this strain, since its minimal inhibitory concentration is greater than the final concentration which is equal to 44.80 µl /ml.

According to the mismatched results of *J. phoenicea*'s oils activity tested by both methods (Aromatogram and direct contact), it appears that extracts of this plant either badly diffuses onto agar or the contact compounds/germs in the liquid medium changes.

Comparison of MBC / MIC ratio has allowed to define the bacteriostatic or bactericidal nature of these EOs. These latter are considered bactericidal when this ratio is equal to 2, and bacteriostatic if it is greater than 2 [30]. So, fruits' EO seems therefore to exert a bactericidal action against three bacterial strains: *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *K. pneumoniae*. While leafy branches' EO exerts bacteriostatic action against all tested bacteria except *S. aureus*.

Generally, antimicrobial activity of EOs is linked to their chemical compositions and synergistic effects of its components. In our case, the antimicrobial activity of *J. phoenicea*'s EOs can be attributed mainly to monoterpene hydrocarbons, including α- pinene which has several biological activities: antimicrobial [31], anti-inflammatory, antiviral, expectorant, sedative, herbicide and insect repellent [32], [33]. Also, this activity may be due to the synergistic role of its constituents and not to its major compounds [34]

4 CONCLUSION

In our research, we studied and compared the chemical and biological profiles of essential oils extracted from leafy branches and fruits of *J. phoenicea* from Tounfite (East High Atlas). The best essential oil yield was obtained from fruits (2.01%) compared to that of the leafy branches (1.71%).

Qualitative and quantitative analyses of essential oils have permitted to identify α -pinene as the main component of leafy branches and fruits (48% - 78.11% respectively). Fruits' EO also contains δ -cadinene (6.61%) and Trans-Dauca-4 (11), 7-diene (5.66%) with a relatively large content, whereas leafy branches' EO presents germacrene D (5.42%) with less amount.

The difference in yield and chemical composition between EOs from fruits and leaves in the studied plant can be attributed either to genetic factors or to the plant organs chosen to be extracted.

All the tested microorganisms presented, on solid medium, a growth inhibition by contact with essential oils from leaves and fruits, except *E. coli* which showed resistance to fruits' essential oils.

This work also highlighted a weak antimicrobial activity of both studied essential oils compared to imipenem (antibiotic). However, the results of antibacterial activity of both EOs in a liquid medium are different depending on the tested strains. Fruits' essential oil exhibits a greater bactericidal activity compared to leafy branches' oil, probably due to the difference in chemical composition and especially to the high dominance of α -pinene.

ACKNOWLEDGEMENT

We are sincerely grateful towards Doctor Nabil Boucetta from laboratoire Saiss des analyses médicales (Fès) for bacterial strains providing. Special thanks are addressed to Mr. Mohammed Ibn Tatou, Professor at the scientific institute of Rabat for plant species identification.

REFERENCES

- [1] Liu, Y. and Wang, M.-W, "Botanical drugs: Challenges and opportunities - Contribution to Linnaeus memorial symposium 2007". *Life Sci.* 82, pp. 445-449, 2008
- [2] Adams, R. P., *The junipers of the world: The genus Juniperus*. 3rd ed. Trafford Publ., Victoria, BC, 2011.
- [3] Adams, R. P. and A. E. Schwarzbach, "Taxonomy of *Juniperus* section *Juniperus*: Sequence analysis of nrDNA and five cpDNA regions". *Phytologia* 94: pp. 280-297, 2012a
- [4] Farjon, A., *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*, Royal Botanic Gardens, Kew Press, London, 2005.
- [5] Adams, R. P. and A. E. Schwarzbach, "Phylogeny of *Juniperus* using nrDNA and four cpDNA regions", *Phytologia* 95: pp. 179-187, 2013.
- [6] Adams, R.P, *The junipers of the world: The genus Juniperus*. Trafford Publ., Victoria, BC, 2004.
- [7] A. AAFI, M. Sghir Taleb et M. Fechtal; *Espèces remarquables de la flore du Maroc*; Centre National de la Recherche Forestière, p. 10 Mars 2002
- [8] L. Auciari, *Le genévrier thurifère Juniperus thurifera Le géant de l'Atlas. Forêt méditerranéenne* t. XIV, n° 4, 1993.
- [9] J. Bellakhder, *La pharmacopée marocaine traditionnelle*. Ed. Ibis Press, Paris, p 271-272, 1997.
- [10] Eissa. T.A.F., et al., "Ethnopharmacological study of medicinal plants used in the treatment of CNS disorders in Sinai Peninsula, Egypt". *Journal of Ethnopharmacology*, [http://dx.doi.org/10.1016/j.jep](http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2013.10.041). 2013.10.041, 2013
- [11] H. Allali, H. Benmehdi, Dib MA, Tabti B, S. Ghalem, N. Benabadji, "Phytotherapy of diabetes in West Algeria". *Asian J. Chem.* 20: pp. 2701-2710, .2008.
- [12] M. Ghourri, L. Zidane et A. Douira, "Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan) ", *Journal of Animal et Plant Sciences* Vol.17, Issue 1: pp. 2388-2411, 2013.
- [13] J. Bellakhder, "Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle au Maroc : La situation actuelle, les produits, les sources du savoir" P 343, 1997.
- [14] Boukef MK, "*Les Plantes dans la Médecine Traditionnelle Tunisienne*", *Agence de Coopération Culturelle et Technique, Tunis*, pp. 18-20, 1986.
- [15] Amer MMA, Wasif MM, Abo-Aytta AM, "Chemical and biological evaluation of *Juniperus phoenicea* as a hypoglycaemic agent", *J. Agric. Res.* 21: pp. 1077-1091, 1994.
- [16] H. Medini, A. Elaissi, B. Manongiu, D. Falconieri, A. Piras, S. Porcedda, Med larbi Khouja, R. Chemli and F. Harzalla-Skhiri, "Antibacterial activity and phytochemical composition of leaf and berry essential oils of two *Juniperus phoenicea* subspecies gathered in Tunisia", *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, Vol. 1 (3), pp. 166-167, July - 2013
- [17] M.Ennajar, J. Bouajila, A. Lebrihi, F. Mathieu, M. Abderraba, A. Raies, A. Romdhane, "Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities of Essential Oils and Various Extracts of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae)", *Journal of science*, Vol. 74, No. 7, 2009.

- [18] H. Medini , A. Elaissi , Med Larbi Khouja , A. Piras , S. Porcedda , D.Falconieri , B.Marongiu and R. Chemli, "Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Juniperus phoenicea* L. berries, Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters", 25:18, pp. 1695-1706, 2011.
- [19] Salma A. El-Sawi, Hemaia M. Motawae and Amal M. Ali, "Chemica composition, cytotoxic activity and antimicrobial activity of essential oils of leaves and berries of *juniperus phoenicea*. Grown in Egypte", *Afr. J. Trad. CAM*, vol. 4, no. 4, pp. 417 – 426, 2007.
- [20] Salma A El Sawi and Hemaia M Motawe, "Labdane, pimarane and abietane diterpenes from the fruits of *juniperus phoenicea* L. Grown in Egypte and their activities against human liver carcinoma", *Senra Academic Publishers, Burnaby, British Columbia* Vol. 2, No. 1, pp. 115-122, 2008.
- [21] Denny, E. F. K, *Field distillation for herbaceous oils*. 2nd Ed., Denny- Mc Kenzie Associates, Lilydale, 1991.
- [22] E. Kováts, "Gas chromatographic characterization of organic substances in the retention index system", *Advances in Chromatography*, vol. 1, pp. 229-247, 1965.
- [23] R.P. Adams, *Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy*, *Allured: Carol Stream, IL*, 4th Ed., p. 804, 2007.
- [24] Doughari JH and Manzara S., "In vitro antibacterial activity of crude leaf extracts of *Mangifera indica* Linn", *African Journal of Microbiology Research* Vol. 2 pp. 067-072, 2008.
- [25] Vinod KG, Amit R, Vikas KN, Kalishankar M., "Antimicrobial activity of *Spondias pinnata* resin", *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 4, No. 16, pp. 1656-1661, 2010.
- [26] Derwich et al., "Chemical Composition of Leaf Essential Oil of *Juniperus phoenicea* and Evaluation of its Antibacterial Activity", *Int. J. Agric. Biol.*, Vol. 12, No. 2, pp. 199–204, 2010.
- [27] Mansouri et al., "Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc. Biotechnol", *Agron. Soc. Environ.* Vol. 15, no.3, pp. 415-424, 2011.
- [28] Bouzouita et al., "Composition choimique et activités antioxydante, antibactérienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*", *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, vol. 10, pp. 119-125, 2008.
- [29] Kh. Mazari et al., "Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L. and *Cupressus sempervirens* L", *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4, no.10, pp. 959-964, 2010.
- [30] Canillac N. and Mourey A., "Antibacterial activity of the essential oil of *Picea excelsa* on *Listeria*, *Staphylococcus aureus* and coliform bacteria", *Food Microbiol*, vol. 18, pp. 261-268, 2001.
- [31] Ana Cristina Rivas da Silva, Paula Monteiro Lopes, Mariana Maria Barros de Azevedo, Danielle Cristina Machado Costa, Celuta Sales Alviano and Daniela Sales Alviano, "Biological Activities of α -Pinene and β -Pinene Enantiomers", *J Molecules*, vol.17, pp. 6305-6316, 2012
- [32] Duke J.A., "Phytochemical database. Beltsville, MD, USA: Beltsville Agricultural Research Center, 1998.
- [33] Ghanmi M. et al., Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du Maroc" *Acta Bot. Gallica*, 154(2), pp. 293-300, 2007.
- [34] Lahlou M., "Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils", *Phytotherapy research*, vol. 18, no. 6, pp. 435-488, 2004.

SARCOMA STROMAL ENDOMETRIAL : à propos d'un cas

[Endometrial stromal sarcoma : A case report]

Ali Osman, Ibrahim Abdellahi, Farid Kassidi, Abdellah Babahabib, Jaouad Kouach, Driss Moussaoui, and Mohammed Dehayni

Hôpital Militaire d'Instruction de Mohamed V, Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: Endometrial stromal tumors are rare and are less than 5% of uterine tumors. They are composed of cells closely resembling endometrial stromal cells in the proliferative phase. They are classified into two categories: the stromal nodules, benign, and endometrial stromal sarcomas, including endometrial stromal sarcoma (low grade) and undifferentiated endometrial sarcoma (formerly high grade).

The diagnosis is most often done retrospectively after histological analysis of the surgical specimen. The classical treatment is abdominal hysterectomy with bilateral oophorectomy. The adjuvant treatment are not yet established and the optimal treatment of this entity is still not clear. We report the case of a patient of 46 years, admitted for pelvic pain with abdomino-pelvic mass

Ultrasound and MRI have found a polymyomatous uterus with interstitial body mass with a compression effect on the endometrium. The patient underwent total hysterectomy with bilateral oophorectomy, Histology with additional immunohistochemical concluded endometrial stromal sarcoma of low grade, stage IB, hormone receptor-negative.

Through this rare case and with a literature review, we focus on the epidemiological, diagnostic, therapeutic and prognostic of that entity.

KEYWORDS: endometrial stromal sarcoma, malignant genital pathology, hormone receptors.

RESUME: Les tumeurs du stroma endométrial sont rares et constituent moins de 5 % des tumeurs utérines. Elles sont composées de cellules ressemblant étroitement aux cellules du stroma endométrial en phase proliférative. On les classe en deux catégories : les nodules stromaux, bénins, et les sarcomes du stroma endométrial, comprenant le sarcome du stroma endométrial (de bas grade) et le sarcome endométrial indifférencié (anciennement de haut grade) . Le diagnostic est le plus souvent porté rétrospectivement après l'analyse histologique de la pièce opératoire. Le traitement classique est l'hystérectomie abdominale avec annexectomie bilatérale. Les indications concernant le traitement adjuvant ne sont pas encore établies et le traitement optimal de cette entité n'est toujours pas clair. Nous rapportons le cas d'une patiente de 46ans, admise pour douleur pelvienne avec une masse abdomino-pelvienne. L'échographie et l'IRM ont trouvé un utérus polymyomateux avec une masse corporelle interstitielle avec un effet de compression sur l'endomètre. La patiente a bénéficié d'une hystérectomie totale avec annexectomie bilatérale L'étude histologique avec complément immunohistochimique a conclu à un sarcome du stroma endométrial de bas grade, stade IB, récepteurs hormonaux négatif. A travers ce cas rare et à la lumière d'une revue de la littérature, nous insistons sur les caractéristiques épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et pronostiques de cette entité.

MOTS-CLEFS: sarcome du stroma endométrial, pathologies génitales malignes, récepteurs hormonaux.

1 INTRODUCTION

Le Sarcome du Stroma Endométrial (SSE), est une tumeur rare. Il est classé en haut grade et bas grade. Le SSE de bas grade est la forme la plus fréquente, il représente approximativement 80 % des néoplasies stromales. C'est une tumeur qui peut être confondue avec le léiomyome, son identification clinique peut être difficile et le diagnostic est souvent confirmé en postopératoire grâce à l'examen histologique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Nous présentons le cas d'une patiente de 46 ans, G1P1, 1 enfant vivant, admise dans notre formation pour douleur pelvienne et masse abdominopelvienne sans autres signes gynécologique et digestive associés évoluant depuis 3 mois.

3 OBSERVATION

Il s'agit d'une patiente de 46 ans, G1P1, 1 enfant vivant, suivie pour hépatite B chronique sous traitement et opérée pour césarienne en 2005, sans antécédent particulier familial, admise dans notre formation pour douleur pelvienne et masse abdominopelvienne sans autres signes gynécologique et digestive associés évoluant depuis 3 mois avec les résultats du bilan fait en dehors de notre formation par un médecin gynécologue dont une échographie pelvienne et un IRM. L'échographie pelvienne parlant d'une masse pelvienne de 12 cm bien limitée hétérogène (fig1). L'IRM trouve un utérus polymyomateux avec une volumineuse masse corporelle interstitielle postérieure mesurant 10x6x6cm exerçant un effet de masse sur l'endomètre (fig2). Les ovaires sont sans anomalies. Absence d'adénopathie pelvienne. Epanchement de faible abondance du douglas. L'examen gynécologique retrouve une masse abdominopelvienne droite arrivant le bord supérieur de l'ombilic, au speculum : un col d'aspect sans saignement et au toucher vaginal : une masse bombante au douglas solidaire avec l'utérus. Un bilan biologique a été fait : CA-125, CA 19-9 et ACE revenu normal, le frottis cervico vaginal était sans anomalie. La patiente a bénéficié une laparotomie exploratrice, qui a objectivé un utérus globuleux, polymyomateux, dont la plus grande est corporelle, postérieure, faisant la plus grande axe de 10 cm, les annexes sans anomalie, pas d'ascite. Une hystérectomie avec annexectomie bilatérale a été réalisée. Le résultat de l'examen anatomo-pathologique définitif de la pièce opérée revenu en faveur d'un sarcome du stroma endometrial de bas grade associé à des leiomyomes utérin, stade IB, récepteurs hormonaux négatifs. Le dossier de la patiente était staffé devant une réunion de concertation pluridisciplinaire et la décision était la surveillance tous les 6 mois.



Fig. 1. Masse pelvienne



Fig. 2. Masse tissulaire au dépend de l'utérus

4 DISCUSSION

Les tumeurs du stroma endométrial sont rares et constituent moins de 5 % des tumeurs utérines^[1]. Elles sont composées de cellules ressemblant étroitement aux cellules du stroma endométrial en phase proliférative. On les classe en deux catégories : les nodules stromals, bénins, et les sarcomes du stroma endométrial, comprenant le sarcome du stroma endométrial (de bas grade) et le sarcome endométrial indifférencié (anciennement de haut grade)^{[2], [3]}. Le nodule stromal est la moins fréquente des tumeurs du stroma endométrial^[1]. Il présente le même aspect morphologique et le même profil immunohistochimique (expression du CD 10) que le sarcome endométrial de bas grade. Le seul élément histologique permettant de distinguer le nodule du sarcome endométrial de bas grade est l'absence d'envahissement du myomètre et des structures lymphatiques et vasculaires^{[1], [3]}, ce qui rend nécessaire la réalisation d'une hystérectomie pour déterminer les marges tumorales^[1]. Les tumeurs du stroma endométrial concernent essentiellement la femme ménopausée^[4]. Leurs manifestations cliniques sont non spécifiques et sont dominées par les métrorragies et les algies pelviennes. Le diagnostic est le plus souvent porté rétrospectivement après l'analyse histologique de la pièce opératoire. Dans certains cas, une biopsie de l'endomètre permettra d'obtenir un diagnostic avant la chirurgie. Le pronostic de ces tumeurs est mauvais et la survie des patientes est corrélée au stade tumoral au moment du diagnostic^[5]. Le traitement de référence des sarcomes utérins est chirurgical, et consiste en une hystérectomie totale avec annexectomie bilatérale par laparotomie pour éviter un éventuel morcellement de la tumeur lié à une exérèse par voie basse^[6]. En cas de sarcome du stroma endométrial de bas grade, une annexectomie bilatérale est préconisée du fait de la sensibilité hormonale de ces tumeurs en revanche, en cas de sarcome indifférencié de haut grade, l'annexectomie bilatérale n'a pas démontré son intérêt^[6]. En l'absence d'atteinte macroscopique, elle n'est pas systématique chez la femme non ménopausée. Lorsque le diagnostic histologique est fait en postopératoire, une réintervention peut se discuter (totalisation d'une hystérectomie subtotale, annexectomie) dans les formes évoluées, une chirurgie large doit être discutée en fonction des arguments d'imagerie. En cas de récurrence métastatique, la chirurgie des métastases devra être discutée^[6]. Pour les sarcomes stromals endometrials : la radiothérapie n'a pas montré d'intérêt toute fois pour les sarcomes peu différenciés : la radiothérapie pelvienne (50 Gy en 25 fractions sans curiethérapie) pourrait diminuer les récurrences pelviennes mais n'augmente pas la survie globale^[7]. Elle est optionnelle, à discuter en fonction des risques de toxicité, une radiothérapie peut être proposée lorsque l'exérèse est incomplète du fait de l'extension de la maladie. Lorsque le geste chirurgical est contre-indiqué ou refusé par la patiente, une radiothérapie exclusive peut également être discutée^[7]. Les traitements médicaux : en situation adjuvante La chimiothérapie adjuvante n'a pas démontré pour l'instant de bénéfice clair. En phase métastatique, la chimiothérapie a montré son intérêt même si la survie globale reste faible. En fonction des différentes molécules utilisées, les taux de réponse varient entre 17 et 42 %^[6]. Pour les sarcomes stromals endometrials de haut grade, les protocoles de chimiothérapies principalement utilisés comportent de l'ifosfamide. Dans les sarcomes stromals endometrials de bas grade, beaucoup rechutent mais peu de décès. Plusieurs études rapportent des réponses parfois longues avec des hormonothérapies par acétate de médroxyprogésterone, acétate de mégestrol^[8]. Les antiaromatases et analogues de la LHRH ont aussi été testés. Le tamoxifène est contre-indiqué. Le THS est aussi contre indiqué après traitement.

5 CONCLUSION

Les tumeurs du stroma endométrial sont des tumeurs rares de l'utérus qui concernent majoritairement la femme ménopausée. La symptomatologie des tumeurs du stroma endométrial est non spécifique. De plus, ces tumeurs présentent une grande diversité histologique. Le diagnostic repose sur des critères morphologiques, immunohistochimique voire de biologie moléculaire. Dans l'éventualité où des analyses en biologie moléculaire seraient nécessaires, il est important que les prélèvements soient rapidement acheminés en anatomo-pathologie à l'état frais (prélèvement pour congélation dans les 15 à 30 minutes) afin d'orienter la prise en charge thérapeutique.

REFERENCES

- [1] Bal A, Mohan H, Aulakh R, Huria A. Endometrial stromal lesions: a morphological and immunohistochemical study of short series. Arch Gynecol Obstet 2008 ;277 :21-4.
- [2] Prat J. FIGO staging for uterine sarcomas. Int J Gynecol Obstet 2009 ;104 : 177-8.
- [3] Brown L. Pathology of uterine malignancies. Clin Oncol 2008 ;20 :433-47.
- [4] Leung F, Terzibachian JJ, Aouar Z, Govyadovskiy A, Lassabe C. Sarcomes utérins : aspects cliniques et histopathologiques. A propos de 15 cas. Gynecol Obstet Fertil 2008 ;36 :628-35.
- [5] Reed NS. The management of uterine sarcoma. Clin Oncol 2008 ;20 :470-8.

- [6] Stadsvold JL, Molpus KL, Baker JJ, Michael K, Remmenga SW. Conservative management of a myxoid endometrial stromal sarcoma in a 16-year-old nulliparous woman. *Gynecol Oncol* 2005 ;99 : 243-5.
- [7] Taïeb S, Narducci F, Chevalier A, Baranzelli MC, Ceugnart L, Leblanc E. Imagerie des sarcomes utérins. *Imagerie de la femme* 2008 ;18 :229-35.
- [8] Szklaruk J, Tamm EP, Choi H, Varavithya V. MR imaging of common and uncommon large pelvic masses. *Radiographics* 2003 ;23 :403-24.
- [9] Siegelman ES, Outwater EK. Tissue characterization in the female pelvis by means of MR imaging. *Radiology* 1999 ;212 :5-18.
- [10] Koyoma T, Togashi K, Konishi H, Kobayashi H, Ueda H, Kataoka ML, et al. MR imaging of endometrial stromal sarcoma : correlation with pathologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 1999 ;173 : 767-72.
- [11] Kido A, Togashi K, Koyama T, Yamaoka T, Fujiwara T, Fujii S. Diffusely enlarged uterus: evaluation with MR imaging. *Radiographics* 2003 ;23 :1423-39.
- [12] Bazot M, Salem C, Froment V, Chopier J. Pathologie myométriale. *Encycl Méd Chir, Radiodiagnostic-Urologie-Gynécologie*, 34-605-B-20, 2002, 18 p.
- [13] Tamai K, Togashi K, Ito T, Morisawa N, Fujiwara T, Koyama T. MR Imaging findings of adenomyosis: correlation with histopathologic features and diagnostic pitfalls. *Radiographics* 2005 ; 25 :21-40.
- [14] RPC-Grand Est.Referentielle gynécologie de la femme 2013,sarcoma utérin 52-61.
- [15] Onkologie sarcome utérin,17 mai 2013.

New Correlations for Gas Oil Ratio and Oil Formation Volume Factor for Gas Condensate Reservoirs

Khaled Saeed Ba-Jaalah

Department of mining, petroleum and metallurgy engineering,
 Cairo University,
 Giza, Egypt

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

ABSTRACT: The PVT properties are used in a wide variety of reservoir engineering calculations such as material balance calculations and finite difference numerical simulations. For gas condensate reservoirs, the main PVT properties that are used to predict the gas condensate reservoir behavior are solution gas oil ratio, oil formation volume factor, gas formation volume factor and vaporized oil gas ratio. The best source of the PVT properties is the laboratory PVT analysis of reservoir fluid samples. In the absence of the experimentally measurement of these properties, the PVT properties must be calculated from empirical correlations. In this paper, new correlations were developed to determine the gas oil ratio and oil formation volume factor for gas condensate reservoirs. To estimate the constants of the new correlations of the gas oil ratio and oil formation volume factor for gas condensate reservoirs, about 300 values obtained from PVT reports of gas condensate fluid samples, were used. Whitson and Torp's method was used to generate the values of oil formation volume factor and used them for developing the new correlations for oil formation volume factor. These samples were selected to cover a wide range of gas condensate reservoirs properties such as pressure, temperature and oil gravity.

KEYWORDS: Gas oil ratio; Oil formation volume factor; gas condensate reservoir; Correlations.

1 INTRODUCTION

The main PVT properties that are used for predicting the gas condensate reservoir behavior are solution gas oil ratio, oil formation volume factor, gas formation volume factor and vaporized oil gas ratio. These PVT properties are defined as

$$B_o = \frac{V_o}{V_{oo}} \quad B_g = \frac{V_g}{V_{gg}}$$

$$R_s = \frac{V_{gv}}{V_{oo}} \quad R_v = \frac{V_{og}}{V_{gg}}$$

Numerous authors have discussed how the differential-vaporization data are manipulated to derive oil formation volume factor, gas formation volume factor and solution gas oil ratio. Obtaining the black-oil PVT properties for gas condensates and volatile oils is less straightforward because these reservoir fluids require determination of vaporized oil gas ratio in addition to oil formation volume factor, gas formation volume factor and solution gas oil ratio.

Whitson and Trop [1] presented methods for evaluating constant volume depletion (CVD) data obtained from experimental analysis of gas condensate and volatile oil reservoirs. They estimated first fluid properties from measured CVD data by using material balance equation, then using material balance results and separation flash program to calculate the black oil formation volume factor and solution gas oil ratio and finally investigation of the Peng Robinson (PR) equation of state as a tool for matching measured PVT data and studying vapor/liquid phase behavior during CVD.

Coats [2] gave a procedure for estimating PVT properties of a gas condensate reservoir by using equation of state. He determined solution gas oil ratio, oil formation volume factor, gas formation volume factor and vaporized oil gas ratio as a function of pressure with constant surface gravities.

Walsh [3] developed a simple method computes the black oil PVT properties of gas condensate reservoirs which is called Walsh – Tower algorithm. This method required only data normally available from a standard constant volume depletion such as oil produced, gas produced, gas compressibility factor for both single and two phase and retrograde liquid volume fraction to obtain the so-called black oil PVT properties (solution gas oil ratio, oil formation volume factor, gas formation volume factor and vaporized oil gas ratio) of gas condensate reservoirs. The method does not require k-values, equation of state, flash routines or empirical correlation.

El-Banbi et al. [4] developed a new set of MOB PVT Correlations to investigate the four PVT functions (solution gas oil ratio, oil formation volume factor, gas formation volume factor and vaporized oil gas ratio). The new correlations were validated using the generalized material balance equation calculation with data generated from a compositional reservoir simulator. This new correlations depend only on readily available parameters in the field and can have wide applications when representative fluid sample are not available. They concluded that the new oil gas ratio correlation is accurate within 10.4% for gas condensate reservoirs and 15% for volatile oil reservoir.

Siddique et al. [5] demonstrated the calculation of the PVT properties below the saturation pressure for a gas condensate reservoir by application Walsh – Tower algorithm and k-values flash method (Whitson – Tropic method). Then they applied Havlena – Odeh and Cole plot method to estimate initial gas in place. They noted that the main limitations of Walsh – Tower algorithm are that the resulting standard PVT properties apply to only the set of separation condition used in PVT reports and requires the recovery data from CDV report. Most but not all laboratories include these data. If these data are not included, it can be computed by performing flash calculation.

2 FLUID SAMPLES

About 300 data points were collected from different Middle East gas condensate fields which are being used in this study to modify the correlations for calculating gas oil ratio and oil formation volume factor for gas condensate reservoirs. The samples were selected to cover a wide range of gas condensate properties. The ranges of the data used were shown in Table (1).

Table 1. The range of data used

Reservoir, rock and fluid properties	Range	Unit
Pressure	1000 - 9200	psia
Temperature	150 - 350	F
API	36 - 75	API
Gas oil ratio	500 - 2252840	SCF/STB
Oil formation volume factor	0.82 – 5.8	Bbl/STB

3 GAS OIL RATIO

Several correlations were used to test the data. These correlations include the following:

- ❖ Standing correlation
- ❖ Vasques and Beggs correlation
- ❖ Glaso correlation
- ❖ Al-Marhoun correlation
- ❖ Petrosky correlation, and
- ❖ Kartoatmodja and Schmith correlation

Because these correlations were developed for oil reservoirs not for gas condensate reservoirs, all the above correlations gave the average absolute error higher than 50% if the original correlations parameters constants were used. Therefore, the Glaso and standing correlations (1) and (2) were modified using regression analysis technique.

$$R_s = \left[N_{PB} \frac{API^{A_1}}{T^{A_2}} \right]^{A_3} \text{-----} (1)$$

Where:

$$N_{PB} = 10^{A_4 - (A_5 - A_6 \log(P))^{A_7}}$$

$$R_s = \gamma_g \left[\left(\frac{P}{A_1} + A_2 \right) 10^{A_3 API - A_4 T} \right]^{A_5} \text{-----} (2)$$

The new parameters for modified Glaso and modified Standing correlations are given in Tables (2) and (3) respectively. These new parameters for modified Glaso and modified standing correlations were obtained from regression analysis of the data samples. The average absolute error calculated by using modified Glaso correlation was 13.24%. While the modified Standing correlation showed higher average absolute error (32.84%).

Table 2. modified Glaso correlation parameters

A_1	3.188907
A_2	-3.24028
A_3	1.951737
A_4	-9.22168
A_5	12.03274
A_6	1.412587
A_7	0.364746

Table 3. modified Standing correlation parameters

A_1	61.00705
A_2	173.8931
A_3	1.736704
A_4	-0.3131
A_5	0.023712

4 OIL FORMATION VOLUME FACTOR

Several correlations were tested for the selected data samples. These correlations include the following:

- ❖ Standing correlation
- ❖ Vasques and Beggs correlation
- ❖ Glaso correlation
- ❖ Al-Marhoun correlation
- ❖ Petrosky correlation, and
- ❖ Kartoatmodja and Schmidth correlation

Because the above correlations gave the average absolute error higher than 20% when the original correlations parameters constants were used. Al-Marhoun correlation and Petrosky correlation parameters which are given by equations (3) and (4) were modified by using regression analysis technique.

$$B_o = A_1 + A_2(T + 460) + A_3F + A_4F^2 \text{-----} (3)$$

Where:

$$F = R_s^{A_5} \times \gamma_g^{A_6} \times \gamma_o^{A_7}$$

$$B_o = A_1 + A_2 \left[R_s^{A_3} \left(\frac{\gamma_g^{A_4}}{\gamma_o^{A_5}} \right) + A_6 \times T^{A_7} \right]^{A_8} \text{----- (4)}$$

The new parameters for modified Al-Marhoun and modified Petrosky correlations are given in Tables (4) and (5) respectively. These new parameters for modified Al-Marhoun and modified Petrosky correlations were obtained from regression analysis of the data samples. The average absolute error calculated by using modified Al-Marhoun correlation was 2.2%. While the average absolute error of the modified Petrosky correlation was 2.31%.

Table 4. modified Al-Marhoun correlation parameters

A_1	0.49708936
A_2	0.00029807
A_3	0.00146134
A_4	6.0873×10^{-6}
A_5	0.53536941
A_6	-12.2606295
A_7	10.2302013

Table 5. modified Petrosky correlation parameters

A_1	0.739195998
A_2	2.13816×10^{-5}
A_3	0.327085506
A_4	-6.8693667
A_5	-5.1799551
A_6	0.11860528
A_7	0.561332521
A_8	3.003458476

5 VALIDATION OF THE NEW CORRELATIONS

The actual data and the data results from new modified correlations are plotted to gather in Figures (1) to (4) to show that the crossplot of data results from new developed correlations almost fall on the 45° line implying excellent correlation.

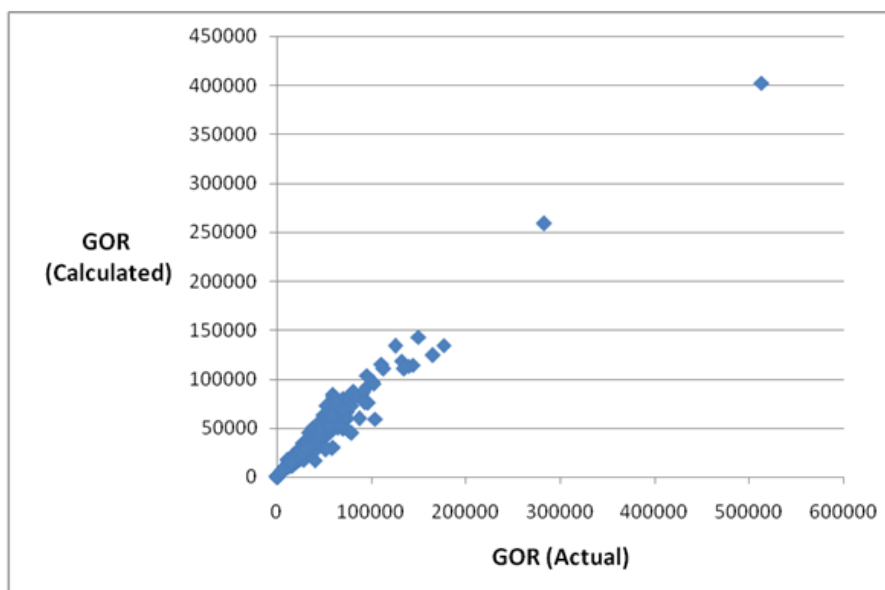


Fig. 1. Crossplot of actual data against predicted data from new modified Glaso correlation

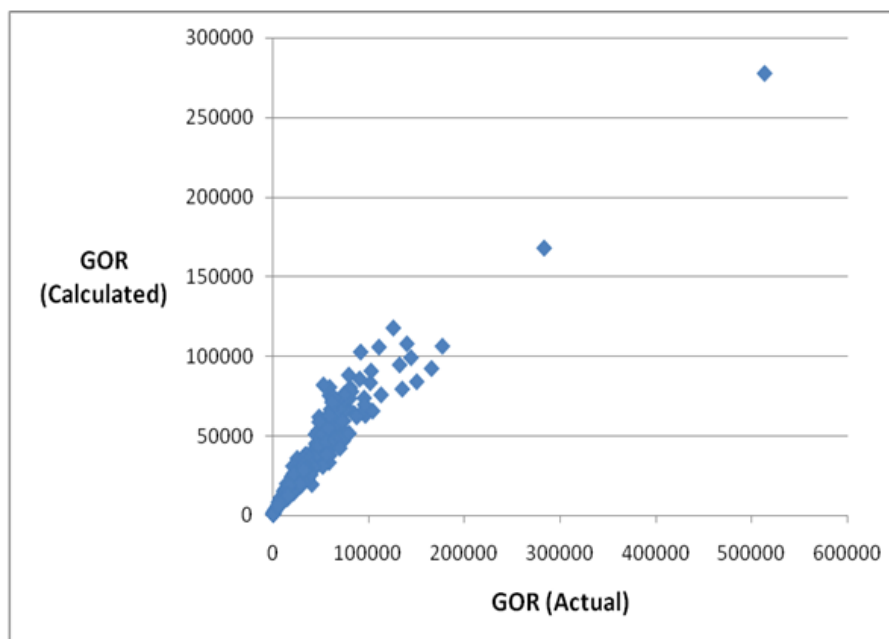


Fig. 2. Crossplot of actual data against predicted data from new modified Standing correlation

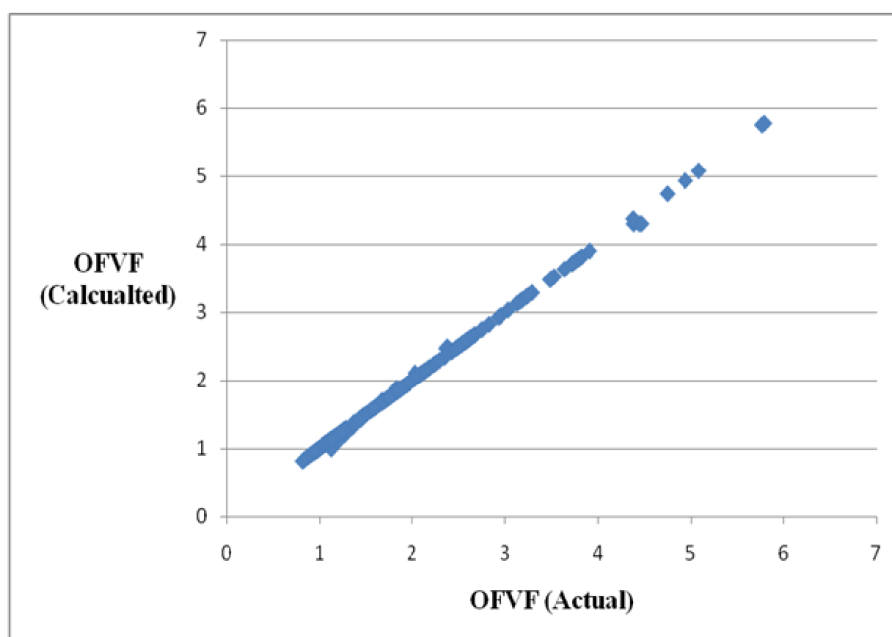


Fig. 3. Crossplot of actual data against predicted data from new modified Al-Marhoun correlation

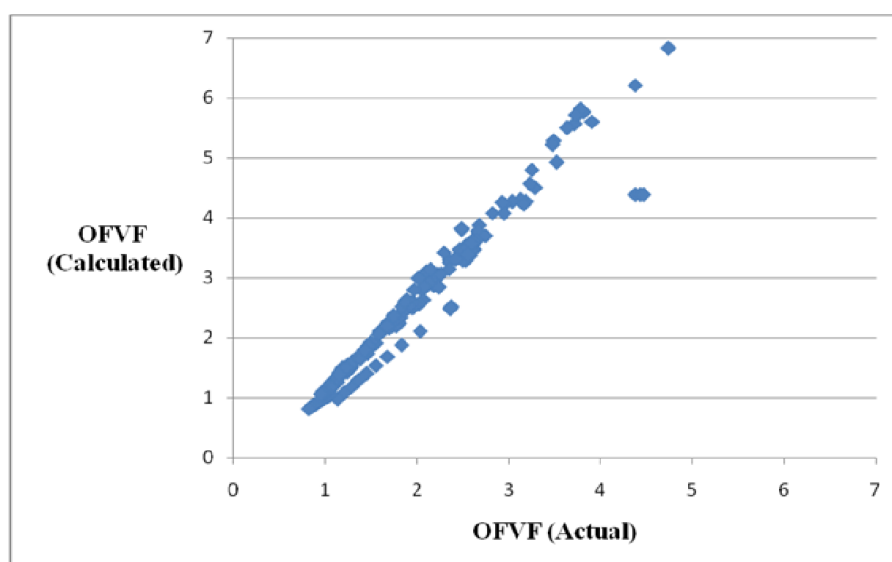


Fig. 4. Crossplot of actual data against predicted data from new modified Petrosky correlation

6 CONCLUSIONS

- The new correlation for gas oil ratio was modified to increase its accuracy when used with gas condensate reservoirs.
- The oil formation volume factor correlation was modified to increase its accuracy when used with gas condensate reservoirs.
- The new modified correlations for gas oil ratio and oil formation volume factor can be used in generalized material balance calculations for gas condensate reservoirs.

NOMENCLATURES

API = Oil gravity

Bo = Oil formation volume factor

Bg = Gas formation volume factor

P = Reservoir pressure, psia

Rs = Gas oil ratio

Rv = Vaporized oil gas ratio

T = Reservoir temperature, F

Vg = Reservoir gas volume

Vgg = Volume of surface gas produced from the reservoir gas

Vgo = Volume of surface gas produced from the reservoir oil

Vo = Reservoir oil volume

Vog = Volume of stock tank oil produced from the reservoir gas

Voo = Volume of stock tank oil produced from the reservoir oil

γ_g = Specific gravity of gas

γ_o = Specific gravity of oil

REFERENCES

- [1] Whitson, C. H. and Torp, S. B.: "Evaluation Constant – Volume Depletion Data", JPT, 1983.
- [2] Coats, K. H.: "Simulation of Gas Condensate Reservoir Performance", JPT, 1986.
- [3] Walsh, M. P.: "Method Computes PVT properties for Gas Condensate", Oil and Gas Journal, 1995.
- [4] El-Banbi, A. H. and Fattah, K. A.: "New Modified Black Oil Correlations for Gas Condensate and Volatile Oil Fluids", SPE 102240, 2006.
- [5] Siddiqui, F. and Waqas, G. M.: "Application of General Material Balance on Gas Condensate Reservoirs GIIP Estimation", SPE 142847, 2010.
- [6] Glaso, O.: "Generalized Pressure Volume Temperature Correlations", JPT, 1980.
- [7] Standing, M. B.: "A Pressure Volume Temperature Correlation for Mixtures of California Oil and Gases", API, 1947.
- [8] Al-Marhoun, M. A.: "PVT Correlations for Middle East Crude Oils", JPT, 1988.
- [9] Petrosky, G.: "PVT Correlations for Gulf of Mexico Crude Oils", MS Thesis, University of Southwestern Louisiana, Lafayette, 1990.
- [10] Vasquez, M. E. and Beggs, H. D.: "Correlations for Fluid Physical Property Prediction", JPT, 1980.
- [11] Kartoatmodjo, T. and Schmidt, Z.: "Large Data Bank Improves Crude Physical Property Correlations", Oil and Gas Journal, 1994.

ETUDE DU PHOTOPERIODISME DES ECOTYPES DE SORGHO DU BURKINA FASO

[STUDY OF THE PHOTOPERIODISM OF ECOTYPES OF SORGHUM OF BURKINA FASO]

GAPILI Naoura^{1,2}, Mahamadou SAWADO², NANEMA K. Romaric², NEBIE Baloua³, SAWADOGO Nerbéwendé², and Jean-Didier ZONGO²

¹Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), BP 5400, N'Djaména, Tchad

²Equipe Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Ouagadougou 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

³ICRISAT-Bamako, BP 320 Bamako, Mali

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

ABSTRACT: The climatic changes and the irregularity of the seasons of rain involved the adoption by the farmers of the varieties more plastic and adapted in their zone of culture than the improved varieties. In the objective to measure the response of the ecotypes to photoperiodism, a study of the sensitivity of 120 ecotypes of sorghum of Burkina Faso to the photoperiod was made using a test comprising two dates of sowing. These ecotypes come from the germplasm of the University of Ouagadougou, made up between 1984 and 1986 within the framework of the safeguarding of the diversity of the sorghum. It comes out from this study that all the studied ecotypes are photoperiodic and systematically reduce their cycle at the time of a delay the semi one. Also let us note that 46 % of the ecotypes showed a sensitivity moderate to the photoperiod ($0 < K \leq 0,3$), 38% a relatively significant sensitivity ($0,3 < K \leq 0,6$) and 16 % a strong sensitivity ($0,6 < K \leq 0,9$). The flowering of the ecotypes occurred in the 25 days which preceded the average date by end of the rain season and floral initiation started and finished during the time to which the day is shorter than the night. We retain as this study as at the time of a delay of 3 weeks sowing the ecotypes lose 10 to 96% their seeds with an average of 66%.

KEYWORDS: Burkina Faso, sorghum, photoperiodism, diversity, ecotypes.

RESUME: Les changements climatiques et l'irrégularité des saisons de pluie ont entraîné l'adoption par les producteurs des variétés plus plastiques et adaptées dans leur zone de culture que les variétés améliorées. Dans l'objectif de mesurer la réponse des écotypes au photopériodisme, une étude de la sensibilité de 120 écotypes de sorgho du Burkina Faso à la photopériode a été faite à l'aide d'un essai comportant deux dates de semis. Ces écotypes proviennent du germoplasme de l'Université de Ouagadougou, constitué entre 1984 et 1986 dans le cadre de la préservation de la diversité du sorgho. Il ressort de cette étude que tous les écotypes étudiés sont photopériodiques et réduisent systématiquement leur cycle lors d'un retard de semis. Notons aussi que 46 % des écotypes ont montré une sensibilité modérée à la photopériode ($0 < K \leq 0,3$), 38% une sensibilité relativement importante ($0,3 < K \leq 0,6$) et 16 % une sensibilité forte ($0,6 < K \leq 0,9$). La floraison des écotypes s'est produite dans les 25 jours qui ont précédé la date moyenne de fin de la saison des pluies et l'initiation florale a commencée et fini dans la période à laquelle le jour est plus court que la nuit. Nous retenons aussi de cette étude que lors d'un retard de semis de 3 semaines les écotypes perdent 10 à 96% de leurs graines avec une moyenne de 66%.

MOTS-CLEFS: Burkina Faso, sorgho, photopériodisme, diversité, écotypes.

1 INTRODUCTION

Au Burkina Faso, le sorgho –*Sorghum bicolor* (L) Moench– constitue la principale céréale cultivée. Sa production est estimée à 1,7 millions de tonnes, représentant 44% de la production totale céréalière [1]. Les producteurs utilisent des variétés traditionnelles qui, quoiqu'elles soient peu productives, sont spécifiquement adaptées à leur environnement et leur permettent de minimiser les risques et de répondre aux utilisations variées [2]. Ces sorghos sont très photopériodiques [3], caractéristique qui leur confère un important avantage évolutif en raison du climat continental de la zone, caractérisé par de fortes variations interannuelles du régime pluviométrique [4]. Ainsi les sorghos ont tendance à fleurir plus rapidement vers la fin de la saison de pluies, lorsque la longueur du jour diminue [5].

Les écotypes traditionnels de sorgho fournissent une production élevée de paille et ne répondent pas à une intensification des techniques. C'est pourquoi les programmes d'amélioration des plantes ont consacré beaucoup d'efforts à la mise au point de variétés à développement plus rapide et au port moins exubérant que les écotypes traditionnels. L'obtention de variétés insensibles à la photopériode a été un des principaux critères de sélection. Pourtant, l'évaluation de l'impact de la recherche sur le développement rural montre que les variétés améliorées obtenues sont peu adaptées aux systèmes de production d'Afrique de l'Ouest en raison, notamment, de manque de souplesse face à la variabilité de l'environnement [5] ; [6]. L'élimination des qualités propres aux variétés locales a rendu le matériel amélioré instable face aux contraintes environnementales [7].

On considère souvent qu'il existe une corrélation négative entre les performances de la plante et la stabilité du rendement. Pourtant, la rusticité des variétés locales n'est pas inconciliable avec l'augmentation de la productivité [7]. Les caractères comme le photopériodisme ou l'aptitude au tallage sont positivement corrélés à la productivité. Le photopériodisme permet d'allonger la période végétative et donc d'augmenter la production de la biomasse et certaines composantes du rendement.

L'objectif de cette étude est de permettre une bonne connaissance des réactions photopériodiques des différents écotypes et l'effet de la photopériode dans l'expression de caractères aussi bien ceux liés à la production de la biomasse que ceux liés aux rendements.

2 MATERIELS ET METHODE

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé provient de la collection de l'Université de Ouagadougou. Celle-ci a été constituée entre 1984-1986, dans le cadre de la préservation de la biodiversité des sorghos du Burkina Faso, et caractérisée en 1991.

120 écotypes ont été échantillonnés dans la collection, constitués de façon aléatoire en respectant le principe de neutralité et évalué. Afin que tous les territoires soient représentés le tirage s'est effectué par région et la représentation de chaque écotpe dans l'échantillon étudié est proportionnelle à sa représentativité dans la collection de base (Tableau 1).

Tableau 1. Répartition par région des écotypes caractérisés

Provenance des écotypes	Nombres
Nord	9
Nord-Ouest	52
Centre-Nord	13
Est	15
Centre-Sud	14
Centre-Ouest	2
Sud-ouest	5
Ouest	10

2.2 SITE EXPÉRIMENTAL

L'évaluation agromorphologique s'est déroulée sur la station expérimentale de Gampéla, située à une vingtaine de kilomètres à l'Est de Ouagadougou, à 12°25' de latitude Nord et à 1°12' de longitude Ouest. Au cours de la campagne, une pluviométrie de 832,7 mm avec une température variant entre 23 et 35°C ont été enregistrées.

2.3 COLLECTE DES DONNÉES

Quelques caractères quantitatifs ont été mesurés pour déterminer le cycle et l'effet de retard de semi sur la production. Il s'agit des cycles semi apparition de la ligule des feuilles drapeaux (NJL) et semi-floraison (NJF) ; des poids des grains de la panicule principale (GPA) et des grains de la plante entière (GPL), obtenus sur quatre poquets récoltés en entier dont l'ensemble des panicules sont battues et pesés ; du poids de cent grains (PCG), déterminé à partir de quatre échantillons aléatoirement pris dans le lot de grains ayant servi à la détermination de GPL ; et le nombre de grains perdu par écotype (NGEp), calculé en faisant la différence entre le nombre de grains de la première date de semi et le nombre de grains de la deuxième date.

Le coefficient K de photopériodisme est calculé en faisant le rapport de la différence des durées semis-apparition de la ligule de la feuille drapeau entre la première (SFD₁) et la deuxième (SFD₂) date de semis sur l'écart entre les deux dates de semis (d1-d2)

$$K = ((SFD_1 - SFD_2) / (|d1 - d2|))$$

Le coefficient K varie de 0 à 1. Pour les variétés insensibles à la durée du jour, k=0 car la durée du cycle n'est pas influencée par la date de semis (SFD₁ = SFD₂). Pour les variétés très photosensibles ce coefficient est proche de 1 car le raccourcissement de la période végétative compense l'écart de semis en groupant la floraison à la même date.

2.4 ANALYSE DES DONNÉES

Pour tous les caractères quantitatifs étudiés, nous avons comparés les moyennes par l'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel GenStat version 10.3 au seuil de 5%, pour savoir s'il existe des différences significatives entre les écotypes et entre les différentes zones de collecte. Les coefficients de variation (CV) ont été calculés, à l'aide du logiciel Xlstat pro version 7.1 et EXCEL, pour permettre d'apprécier les niveaux de variation des moyennes observées entre les différents écotypes pour chaque caractère.

3 RÉSULTATS

3.1 LES VALEURS MOYENNES

Le tableau 2 présente les performances moyennes des coefficients du photopériodisme (K) par région. Les écart-types sont très faibles pour toutes les régions. L'analyse des coefficients de variations montre de grandes variations du coefficient de photopériodisme pour toutes les régions avec de très fortes valeurs pour le Centre-nord, le Sud-ouest, le Centre-ouest, l'Est et le Nord-ouest qui sont respectivement 86,242% ; 71,274% ; 62,922% 62,446% et 60,939%. L'écotype le moins photopériodique est dans la région du Centre-Nord avec une valeur de coefficient K de 0,006 et le plus photopériodique est à l'Est avec 0,823.

Tableau 2. Variation et valeurs moyennes des coefficients de photopériodisme (K) par région

K par zone	Moyenne	Minima	Maxima	Ecart-type	CV (%)
Nord	0,27	0,066	0,456	0,138	51,29
Nord-Ouest	0,309	0,026	0,691	0,188	60,939
Centre-Nord	0,271	0,006	0,682	0,234	86,242
Est	0,395	0,029	0,823	0,246	62,446
Centre-Sud	0,3	0,02	0,611	0,180	59,871
Centre-Ouest	0,339	0,188	0,49	0,213	62,922
Sud-ouest	0,348	0,057	0,649	0,248	71,274
Ouest	0,501	0,221	0,761	0,167	33,379

K : coefficient de photopériodisme ; CV : coefficient de variation

L'analyse des coefficients de variations du tableau 3 montre de faibles valeurs dans les 2 dates pour les cycles, mais on note cependant, des grandes variations pour le coefficient de photopériodisme (61,324%). La détermination du coefficient du

photopériodisme (K) à partir de l'apparition de la feuille drapeau donne une valeur moyenne de 0,33. Les valeurs du coefficient de photopériodisme varient de 0,006 à 0,823.

Tableau 3. Variations et valeurs moyennes du coefficient K par années

	SDF I (j)	SDF II (j)	K	RDC/mois
Moyenne	76,56	69,60	0,332	9,9
Minima	60,65	58,43	0,006	0,18
Maxima	100,91	87,88	0,823	24,6
Ecart-type	10,055	7,210	0,203	--
CV (%)	9,964	8,204	61,324	--

RDC : réduction du cycle ; SDF : nombre de jours semis-apparition des feuilles drapeau ; K : coefficient du photopériodisme ; I : 1^{er} champ ; II : 2^e champ ; j : jour

3.2 VARIATION DU CYCLE ENTRE LES DEUX CHAMPS

La figure 1, montre la variation de cycle entre les deux champs pour les mêmes écotypes. Il y a une évolution quasi-similaire entre les deux essais pour les mêmes écotypes avec quelques rares variations. Ainsi la plus part des écotypes semés à des dates différentes réduisent leur cycle, quelques rares écotypes tendent à maintenir leur cycle, ce qui se caractérise par les points de jonction entre les deux courbes.

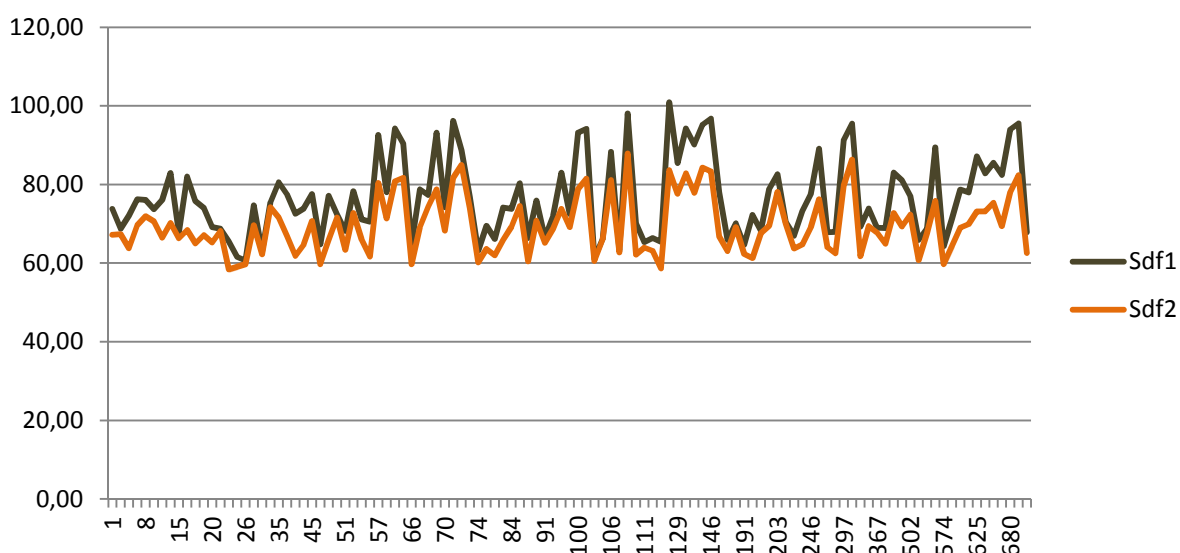


Figure 1. Variation de la durée du cycle en fonction du retard de la date de semis

3.3 EFFETS DE QUELQUES FACTEURS DANS LA REPONSE PHOTOPERIODIQUE

La figure 2 présente la courbe d'évolution de la floraison des 2 dates de semis en fonction du temps. Pour la 1^{ère} date, la floraison débute le 05 septembre puis s'intensifie le 10 septembre et se maintient jusqu'au 20 septembre. Pour la 2^e date de semis, la floraison commence le 25 septembre pour atteindre son optimum le 5 octobre, et chute très rapidement à partir du 10 octobre.

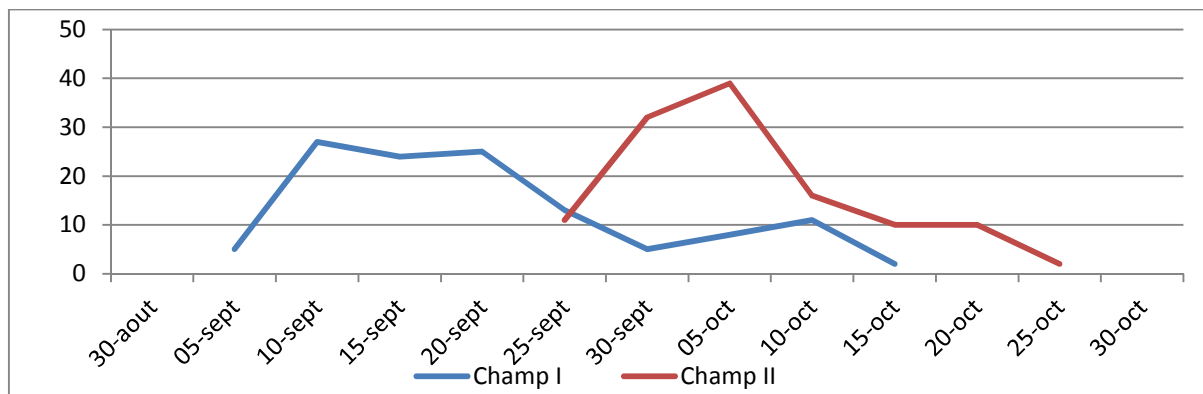


Figure 2. Les courbes d'évolution de la floraison par rapport temps

La Figure 3 montre les courbes des précipitations. Les pluies atteignent leur pic en septembre pour se réduire drastiquement en octobre et s'arrêter en novembre. Ces périodes coïncident avec la floraison. En effet, la floraison est très intense (figure 5) entre fin septembre et 10 octobre.

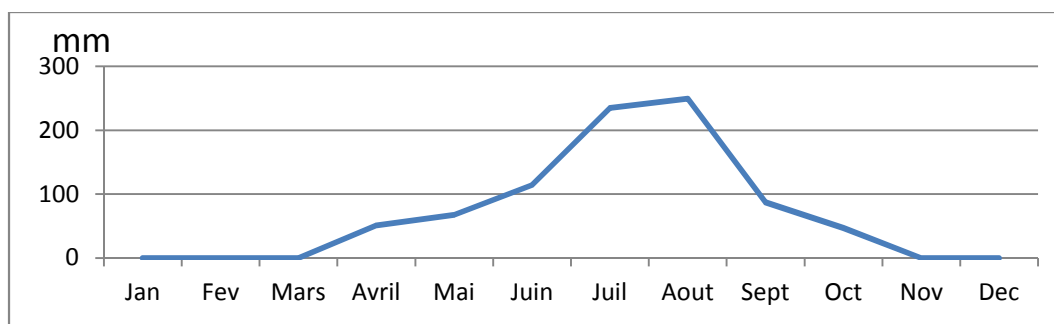


Figure 3. Courbe de la pluviométrie

La figure 4 montre les courbes d'insolation qui correspond à la durée du jour dans une journée de 24 heures. En effet, de février à novembre, la durée du jour est inférieure à 12 heures.

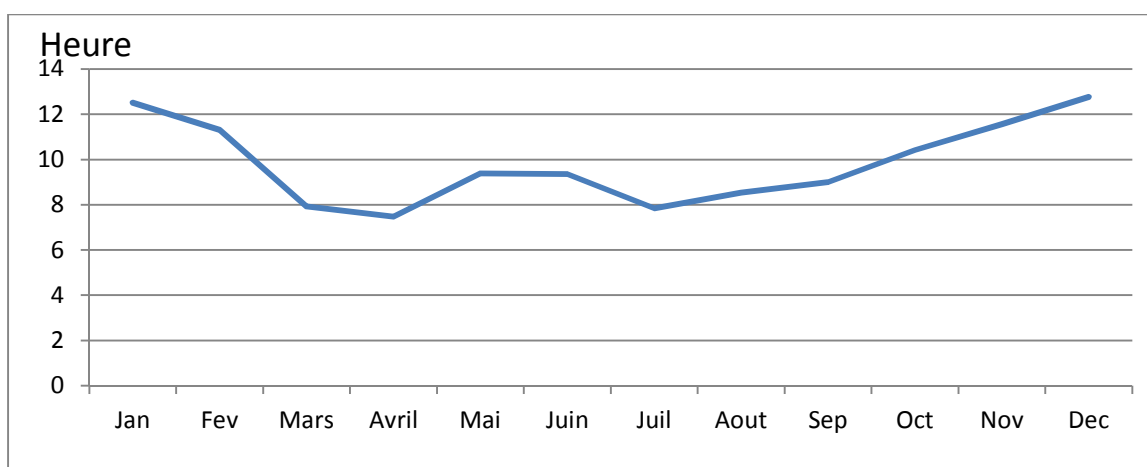


Tableau 4. Courbe d'insolation pour les 2009 et 2010

La figure 5 montre l'évolution des dates de floraison en fonction du temps, des deux dates cumulés. Il apparaît une distribution normale de la courbe avec une intense floraison le 05 octobre. En effet, 45 écotypes ont fleuri en cette date représentant autour de 1/5 de l'ensemble des 2 essais.

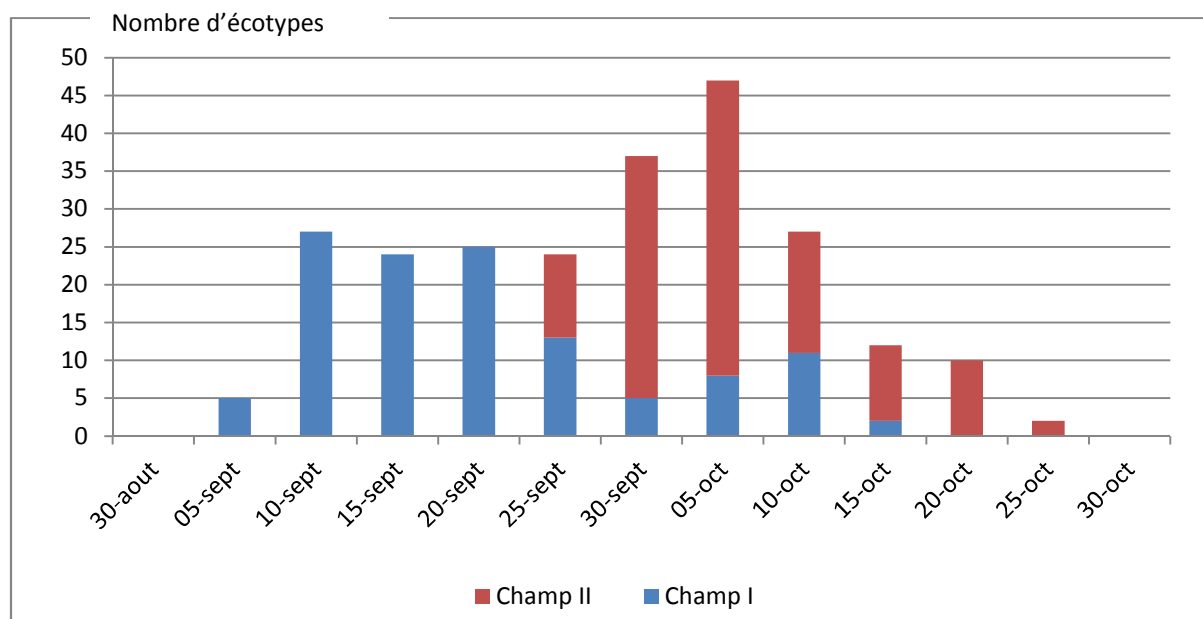


Figure 5. Courbe des dates de floraison cumulée pour les deux essais

3.4 VARIATION DU COEFFICIENT DE PHOTOPÉRIODISME

La répartition des coefficients de photopériodisme en classe (figure 6) montre une distribution non normale. En effet, la classe de K variant entre 0,2 et 0,3 est représentée par 17% d'écotypes et les autres classes ont une représentation variant entre 15% à 11%, seules les classes de K variant entre 0,7 et 0,9 ; et K variant entre 0,8 et 0,9 sont représentées chacune par moins de 2% des écotypes.

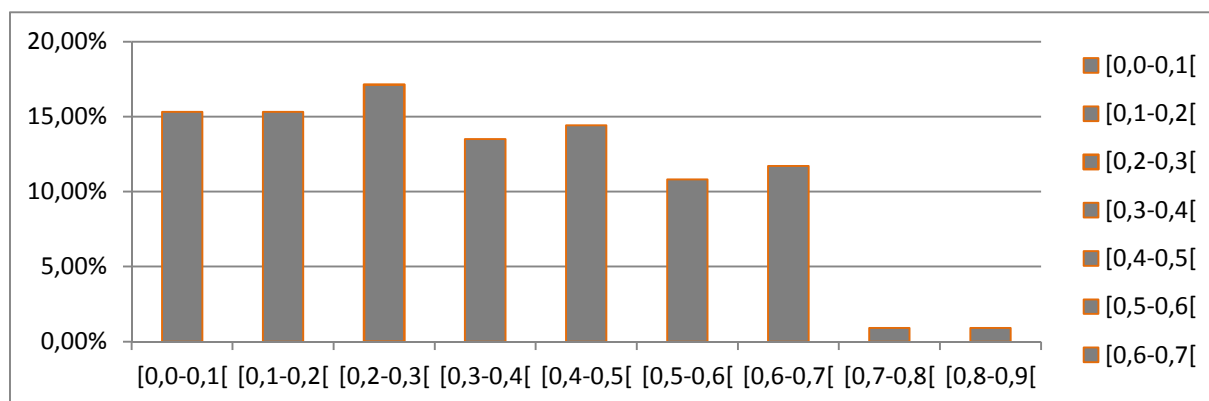


Figure 6. Répartition de K en classe

3.5 INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LE RENDEMENT

Le tableau 4 montre l'existence de grands coefficients de variation traduisant une importante variabilité entre les écotypes pour ces différentes variables dans les deux essais. Ces variables sont des indicateurs de production et de

productivité, ce qui nous permet de voir l'importance en perte lorsqu'un retard de semis est connu. Ce tableau montre une diminution considérable des performances des écotypes.

Tableau 4. Performances des écotypes dans les deux dates de semis

	PPP (g)		PPE (g)		PGP (g)		PGE (g)		NGEp %	NGPp %
	Chp I	Chp II	Chp I	Chp II	Chp I	Chp II	Chp I	Chp II		
Moy	74,90	32,95	85,83	33,98	53,57	19,56	60,42	19,97	66,06	63,38
Min	21,55	15,37	23,34	17,31	3,56	1,668	3,838	1,69	9,68	9,69
Max	120,10	77,77	152,17	77,77	91,56	55,62	107,49	55,62	95,72	94,54
Ecart-type	18,11	10,55	24,96	10,55	16,65	9,22	21,11	9,33	15,04	14,82
CV %	24,18	32, 01	29,08	31,06	31,08	47,14	34,94	46,74	22,76	23,4

PPP : poids de la panicule principale ; PPE : poids de la panicule entière ; PGP : poids des grains de la panicule principale ; PGE : poids des grains de la plante entière ; NGEp : nombre de grains perdus pour l'écotype ; Chp : champs ; g : gramme

4 DISCUSSION

4.1 VARIABILITÉ DU COEFFICIENT DE PHOTOPÉRIODISME

L'analyse des coefficients de variations montre de grandes variations du coefficient de photopériodisme pour toutes les régions. En effet, une valeur élevée du coefficient de variation ($CV > 30\%$) traduit une grande variabilité du caractère [8]. Cela indique une très forte hétérogénéité entre les différentes régions pour la sensibilité des écotypes à la photopériode, constituant un avantage majeur car la diversité des durées de cycle et de sensibilité à la photopériode confère aux variétés traditionnelles de sorgho une remarquable adaptation aux milieux et au climat sahélien [9]. Ainsi un retard de semis de 30 jours entraîne un raccourcissement du cycle de moins d'un jour (autour de 4h) pour l'écotype le moins photopériodique et de 24 jours 16 heures et 33 minutes pour le plus photopériodique.

Les écotypes de la région de l'Ouest sont les plus photopériodiques puisqu'ils ont la meilleure moyenne, la grande valeur en minima et un maxima proche de la valeur maximale. Ainsi un retard de semis de 30 jours dans cette région, fait raccourcir le cycle des écotypes de 7 à 23 jours, avec une moyenne de 15 jours. Ce qui corrobore les travaux réalisés au Mali, qui ont montré que toutes les variétés traditionnelles sont photopériodiques et la valeur moyenne du coefficient de photopériodisme passe de 0,81 à 0,41 [10].

L'étude permet de montrer aussi que tous les écotypes semés à des dates différentes réduisent systématiquement leur cycle.

4.2 INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS DANS LA RÉPONSE PHOTOPÉRIODIQUE

La floraison démarre le 05 septembre et s'achève le 15 octobre dans la première date et début le 25 septembre dans la 2^e date pour finir le 25 octobre. On note un décalage de 20 jours entre le début des floraisons pour les 2 dates et de 10 jours entre la fin des floraisons. Ce qui coïncide avec la fin de la saison de pluie qui commence le 15 octobre avec une diminution drastique des pluies (autours de 20 mm). Selon [10], la floraison des variétés se produit dans les 20 jours qui précèdent la date moyenne de fin de la saison des pluies. De plus, le caractère de photopériodisme conservé dans les écotypes locaux de sorgho favorise le synchronisme entre la longueur du cycle cultural et les limites de la saison des pluies [12].

En effet, sont dits photopériodiques les phénomènes dans lesquels l'éclairement intervient non par son intensité mais par sa durée au cours du cycle des 24 heures. Dans cette étude, de février à novembre, la durée du jour est inférieure à 12 heures, alors que l'initiation florale a commencée le 05 septembre pour s'achever le 25 octobre, période pendant laquelle le jour est plus court que la nuit. Ce qui corrobore les résultats de [5], selon lesquels les sorghos ont tendance à fleurir plus rapidement vers la fin de la saison de pluies, lorsque la longueur du jour diminue.

4.3 VARIATION DU COEFFICIENT DE PHOTOPÉRIODISME AU BURKINA FASO

Le coefficient de photopériodisme est un indicateur de réduction de cycle. Ainsi lors d'un retard de semis de 30 jours, 17% des écotypes réduisent leur cycle de 6 à 9 jours, moins de 2% réduisent leur cycle de 21 à 24 jours ou de 24 à 27 jours. Une étude sur le sorgho du Burkina Faso a montré que 12,1 % des variétés ont une sensibilité modérée à la photopériode

($0,4 \leq K \leq 0,5$), 81,5% une sensibilité relativement importante ($0,5 < K \leq 0,8$) et 6,4 % une sensibilité plus forte ($0,8 < K \leq 1$) [13].

4.4 INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LE RENDEMENT

Lors ce qu'un retard de semi de 21 jours est accusé, les performances des écotypes diminuent considérablement. Ce qui se traduit par la perte les graines des panicules principales des écotypes autours de 9,68 à 94,54% avec une moyenne de 63,378% et une perte de rendement par plant de 10 à 96% avec une moyenne de 66%. Au Mali, les sorghos sensibles à la photopériode réduisent le nombre de leurs grains par panicule de l'ordre de 34% à 58% suite à un retard de semis de 15 à 30 jours [14]. Ces variables sont des indicateurs de production et de productivité.

5 CONCLUSION

L'étude du photopériodisme des écotypes de sorgho du Burkina Faso a permis de déterminer une importante diversité de réaction. Tous les écotypes étudiés sont photopériodiques et réduisent, lors d'un retard de semis de 30 jours, leur cycle autours de 4h à 24 jours 16 heures. Les écotypes de la région de l'Ouest sont les plus sensibles à la photopériode car lorsqu'on effectue un retard de semis de 30 jours en cette région, les écotypes raccourcissent leur cycle entre 7 et 23 jours, avec une moyenne de 15 jours. Notons aussi que 46 % des écotypes ont montré une sensibilité modérée à la photopériode ($0 < K \leq 0,3$), 38% une sensibilité relativement importante ($0,3 < K \leq 0,6$) et seulement 16 % une sensibilité forte ($0,6 < K \leq 0,9$).

Il existe un décalage de 20 jours entre le début de floraison des deux essais et de 10 jours entre la fin de la floraison. La fin de la floraison coïncide avec la fin de la saison de pluie qui commence le 15 octobre avec une diminution drastique des pluies pour prendre fin le 20 novembre. La floraison des écotypes se produit dans les 25 jours qui précèdent la date moyenne de fin de la saison des pluies. L'initiation florale a commencée pendant la période à laquelle le jour est plus court que la nuit pour finir dans cette période.

Aussi, cette étude a permis de montrer que lors d'un retard de semis de 3 semaines les écotypes perdent 10 à 96% de leurs graines avec une moyenne de 66%.

Ce travail est certes une ébauche dans la valorisation des écotypes du germoplasme de l'Université de Ouagadougou, mais pourrait permettre de guider les sélectionneurs à définir des idéotypes spécifiques et adaptés à la gamme d'environnements climatiques de cette zone.

REMERCIEMENT

Nous adressons nos remerciements à la direction générale de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD_TCHAD), qui a assuré le financement pour ce travail.

REFERENCES

- [1] Faostat. 2012. [Online] Disponible : <http://faostat.fao.org> (février 2012).
- [2] Vaksmann M., Kouressy M., Chantereau J., Bazile D., Sangard F., Toure A., Sanogo O., Diawara G. et Dante A., Utilisation de la diversité génétique des sorghos locaux du Mali, *Cahiers d'études et de recherches francophones/ Agricultures*, Vol. 17, Num. 2, 140-5, 2008.
- [3] Dingkuhn M., Kouressy M., Vaksmann M., Clerget B. et Chantereau J., A model of sorghum photoperiodism using the concept of threshold-lowering during prolonged appetite, *Europ. J. Agronomy* 28 (2008) 74–89. 2007.
- [4] Clerget B., Dingkuhn M., Chantereau J., Hemberger J., Louarn G., Vaksmann M., Does panicle initiation in tropical sorghum depend on day-to-day change in photoperiod? *Field Crops Research* 88 (2004) 11–27. 2004.
- [5] Vaksmann M, Traore SB, Niangado O., Le photopériodisme des sorghos africains, *Agriculture et Développement* 1996 ; 9 : 13-8, 1996.
- [6] Lacy S.M., Cleveland D.A. et Soleri D., Farmer choice of sorghum varieties in Southern Mali, *Hum Ecol* 2006; 34: 331-53, 2006.
- [7] Clerget B., Variabilité de la vitesse de développement chez le sorgho cultivé (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) et relation avec le photopériodisme, *Cahiers Agricultures* vol. 17, n° 2. 2008.
- [8] Aljane F. et Ferchini A., Caractérisation et évaluation de six cultivars du caprifiavier (*Ficus carica* L.) en Tunisie, *Plant Genetic Resource Newsletter* (151) 22-26, 2007.

- [9] Brocke K. V., Trouche G., Vaksman M. et Bazile D., Préservation de l'agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso -amélioration et la productivité et maintien de la biodiversité, *Atelier sur la diversité et valorisation des ressources génétiques des mils*. Niamey (Niger) 28-29 mai 2002, Cirad, 9p, 2002.
- [10] Kouressy M., Traore S., Vaksman M., Grum M., Maikano I., Soumare M., Traore P.S., Bazile D., Dingkuhn M., et Sidibe A., Adaptation des sorghos du Mali à la variabilité climatique, *Cahiers Agricultures* vol. 17, n° 2, mars-avril 2008, 2008.
- [11] Bretaudeau A., Traore B., Ousmane N., Adama B. et Sako D., Variabilité génétique des sorghos de décrue au Mali, *Réunion de travail du 11 au 15 mars 2001 à Nouakchott ; Agence Espagnole de Coopération Internationale ; ISBN 84-7232-898-8 ; 123-129pp*, 2001.
- [12] Bazile D. et Soumare M., Gestion spatiale de la diversité variétale en réponse à la diversité écosystémique : le cas du sorgho [*Sorghum bicolor* (L) Moench] au Mali, *Cahiers Agricultures* 2004 ; 13 : 480-7, 2004.
- [13] Barro-Kondombo C., Diversité agromorphologique et génétique de variétés locales de sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) au Burkina Faso. Eléments pour la valorisation des ressources génétiques locales, *Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou*, 112 p, 2010.
- [14] Toure, A., Traore, K., Bengaly, A., Scheuring, J.F., Rosenow, D.T. & Rooney, L.W., Le potentiel des cultivars locaux dans l'amélioration du sorgho au Mali, *African Crop Science Journal*, Vol. 6, n° 1, 1998, pp 1-7, 1998.

Les Produits Dérivés du Cacao et des Cafés: une Alternative pour Assurer la Sécurité Alimentaire en Zones Rurales au Cameroun

[Cocoa and Coffee Derived Products: an Alternative to Ensure Food Security in Rural Zones in Cameroon]

O.W. Fochivé Fewou¹, M. Mbono Samba Magali², P. Bongse Kari Andoseh³, and P. Mounjouenpou³

¹Institut Universitaire de Technologie de Ngaoundéré, BP 455 Ngaoundéré, Cameroun

²Faculté des Sciences, Université de Douala, B.P. 2701 Douala, Cameroun

³Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), BP 2067, Yaoundé, Cameroun

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

ABSTRACT: The FAO statistics shows an important level of food insecurity and malnutrition in Cameroon rural zones, women and children being the most affected. To contribute to the auto-sufficiency of the rural population, several products derived from cocoa and coffee, like porridge made on cocoa, groundnuts and maize (AMACA porridge), soy-chocolate drink and yoghurt flavour with coffee had been developed and nutritionally characterized. Several formulations had been set up and the test of preference had permitted to define the best formulations. The nutritional analysis of the innovative products shows that soy-chocolate drink is an important source of proteins (3.6g/100g) and lipids (12.3g/100g). Its protein concentration is identical to that of milk. As soy-chocolate drink, the yoghurt flavor with coffee is an important source of protein, potassium and calcium; the concentrations are respectively equal to 3.9 g, 213mg and 136mg. The AMACA porridge is an important energetic diet, with an energetic value of 211Kcal/100ml which is much more superior to the minimal density recommended for pap (84 Kcal/100ml). It is equally an important source of proteins (12g) and lipids (15g), also of micro elements. The study of the acceptability of this innovative products on about 50 households in two pilot villages, demonstrate that the AMACA porridge is the most adapt diet, with an average consumption frequency of 27 times during 180 days. The principal constraints to the adoption of these innovations by households are the availability of raw materials, adapted transformation and conservation equipment.

KEYWORDS: cocoa and coffee derived products, formulation, nutritional value, adoption.

RESUME: Les statistiques de la FAO relèvent un niveau important d'insécurité alimentaire et de malnutrition en zone rurale camerounaise, les femmes et les enfants étant les plus touchés.

C'est dans l'optique de contribuer à l'autosuffisance alimentaire des populations rurales qu'un certain nombre de produits dérivés de cacao et de café, en l'occurrence la bouillie à base de cacao, arachide et maïs (bouillie AMACA), la boisson chocolatée au soja et le yaourt aromatisé au café ont été mis au point et caractériser nutritionnellement. Plusieurs formulations ont été testées et le test de préférence a permis de retenir les meilleures formulations. L'analyse nutritionnelle des produits innovants a permis de montrer que la boisson chocolatée au soja constitue une source importante de protéines (3.6g/100g) et de lipides (12.3g/100g). Le yaourt aromatisé au café est une source importante de protéine et d'oligo-éléments (potassium et calcium) ; les teneurs sont respectivement égales à 3.9g, 213mg et 136mg. La bouillie AMACA est un aliment très riche, avec une valeur énergétique de 211 Kcal/100mL qui est bien supérieure à la densité minimale recommandée pour une bouillie (84 Kcal/100g). Elle est également une source importante de protéines (12g) de lipides (15g) et de micro-éléments. L'étude de l'acceptabilité de ces produits innovants a été faite auprès de 100 ménages dans 2 villages

pilotes. Les résultats ont montré que la bouillie AMACA est l'aliment le plus intégré dans l'alimentation par les ménages avec une fréquence moyenne de consommation de 27 fois pendant 180 jrs. Les principales contraintes à l'adoption de ces innovations par les ménages sont la disponibilité en matière première et les équipements de transformation et de conservation appropriés.

MOTS-CLEFS: Produits dérivés du cacao et des cafés, mise au point, valeur nutritionnelle, adoption.

1 INTRODUCTION

Le Cameroun est un pays essentiellement agricole où plus de la moitié de la population vit exclusivement des produits du champ.

La malnutrition constitue un véritable problème de santé publique dans les pays en voie de développement. Au Congo, près de 4470 enfants sont malnutris : 26% souffrent de la malnutrition chronique, 6,6% sont émaciés et 14,5% ont une insuffisance pondérale [1]. D'après la FAO, 25% de la population Camerounaise souffre d'insécurité alimentaire, les femmes et les enfants étant les plus touchés. Plus de 2 millions d'enfants Camerounais de moins de 5 ans souffrent de malnutrition. Cette malnutrition infantile apparaît vers l'âge de 3 mois, période qui correspond, dans la majorité des cas, à l'introduction de l'aliment de complément au lait maternel chez le nourrisson [2]. Avant l'âge de 6 mois, tous les besoins nutritionnels de l'enfant sont couverts par le lait maternel [3], [4], [5]. Après 6 mois, le lait maternel seul ne suffit plus à couvrir entièrement les besoins nutritionnels en énergie et en protéines [6]. Il apparaît donc nécessaire d'introduire dans l'alimentation du jeune enfant, des aliments nouveaux sous forme liquide ou semi liquide pour compléter les besoins nutritionnels au lait maternel [7], [8]. Au Cameroun, les aliments de complément qui rentrent dans la confection des bouillies locales sont, dans la plupart des cas, préparés à partir des denrées locales, notamment des produits amylacés tels que le maïs et le manioc, et des légumineuses comme les arachides et le soja [2], [9], [10]. Pendant la cuisson, ces bouillies s'épaississent très rapidement et par conséquent l'enfant ne peut pas beaucoup consommer compte tenu du petit volume de son estomac qui est de l'ordre de 30g (ml)/kg de poids corporel [11], [12]. Ainsi, l'amidon des bouillies doit subir des traitements technologiques conduisant à la rupture des liaisons afin d'en réduire le taux de gonflement et par conséquent à augmenter leur fluidité. Des traitements technologiques susceptibles de modifier les propriétés de gonflement de l'amidon peuvent être utilisés pour améliorer la densité énergétique des bouillies, notamment les amylases industrielles [13], les amylases de céréales germées [14], la cuisson-extrusion [15], [16].

Au Cameroun, la production annuelle des cafés et de cacao est de 25 000 t de cafés et 250 000t de cacao marchand [17]. Moins de 5% de cette production est transformée sur place et par conséquent très peu de cacao et de café camerounais sont localement consommés. La fluctuation du prix du kilogramme sur le marché mondial a considérablement contribué à la baisse des revenus des planteurs, voire l'augmentation de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition en milieu rural : la consommation énergétique en zone rurale Camerounaise est inférieure à la moyenne des pays en développement (environ 2300Kcal/personne/jour contre 2600 Kcal/personne/jour dans les pays développés) [18].

Afin d'apporter une solution durable à cette crise, et améliorer la situation alimentaire de la population rurale, une nouvelle politique gouvernementale incitant à l'autoconsommation du cacao et des cafés a été mise sur pied. C'est dans ce cadre que la Recherche Agricole a mis au point plusieurs procédés de transformation qui sont simples et applicables en milieu paysan. Ces procédés devant permettre d'avoir des aliments nutritifs innovants qui sont en même temps adaptés à l'alimentation infantile qu'à celle de l'adulte. La boisson chocolatée au soja, le yaourt aromatisé au café, et la bouillie à base de maïs – arachide – cacao semblent être des réponses adaptées.

Cette étude a pour objectif de lutter contre l'insécurité alimentaire et la malnutrition dans les zones rurales cacaoyères et caféières. Elle permettra également à :

- inciter à l'autoconsommation du cacao et des cafés
- diversifier les sources des revenus car le surplus de la production peut être vendu. Ceci améliorerait le niveau de vie des producteurs et les rendrait moins dépendants de la fluctuation du prix de vente du cacao et des cafés sur le marché international ;
- redynamiser les producteurs de cacao et des cafés.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Dans la préparation des produits innovants, plusieurs denrées alimentaires ont été utilisées :

- Le café : le café vert arabica (*Coffea arabica* L.) a été acheté sur le marché de Mbouda (Hauts plateaux de l'Ouest) et transformé (torréfié et moulu) au laboratoire de technologie agroalimentaire de l'IRAD.
- Le soja (*Glycine max*) : la variété jaune a été achetée sur le marché de Yaoundé.
- Le cacao (*Theobroma cacao*): la variété forasteros a été acheté sur le marché de Mbangassina dans la région du Centre – Cameroun ;
- Le maïs (*Zea mays*): c'est la variété blanche qui a été acheté sur le marché de yaoundé.
- Les arachides (*Arachis hypogaea*) : les graines teintées sont celles qui ont été acheté sur le marché de Yaoundé.

2.2 PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION

2.2.1 FABRICATION ARTISANALE DU YAOURT AROMATISÉ AU CAFÉ

2.2.1.1 FABRICATION DE L'EXTRAIT DE CAFÉ

L'extrait de café a été fabriqué par la méthode traditionnelle c'est-à-dire par extraction à l'eau chaude. Un caramel sec est fait à partir de 100 g de sucre en poudre qui est chauffé à faible température. Parallèlement, 300 mL d'eau sont portés à ébullition (100 °C) et 60 grammes de café Arabica torréfié et moulu y sont introduits. Le tout est laissé à 100 °C pendant environ 2 minutes avant d'être filtré. L'extrait obtenu est ensuite incorporé au caramel sec et l'ensemble est homogénéisé à feu doux pendant quelques minutes. Après refroidissement, l'extrait de café ainsi obtenu est conservé à 2-4 °C.

2.2.1.2 FABRICATION ARTISANALE DE YAOURT A L'EXTRAIT DE CAFÉ

Le yaourt est fabriqué à partir de 1000 ml d'eau potable et non contaminée qui sont portés à une température comprise entre 50-60°C. Du lait en poudre à 26 % de matière grasse (250 g) y est ajouté et l'ensemble est homogénéisé. Après refroidissement à 42-46 °C, le lait estensemencé par deux pots de yaourt de 12,5 cl vendus dans le commerce et l'extrait de café y est ajouté. Les taux d'incorporation de l'extrait de café testés sont de 0,4 %, 1 %, et 1,6 %. Le sucre y est incorporé (100 g/L) et le mélange est homogénéisé et laisser pour la fermentation pendant 6 h à 43 °C à l'étuve. Le yaourt est par la suite brassé, conditionné et stocké à une température de 2-4 °C.

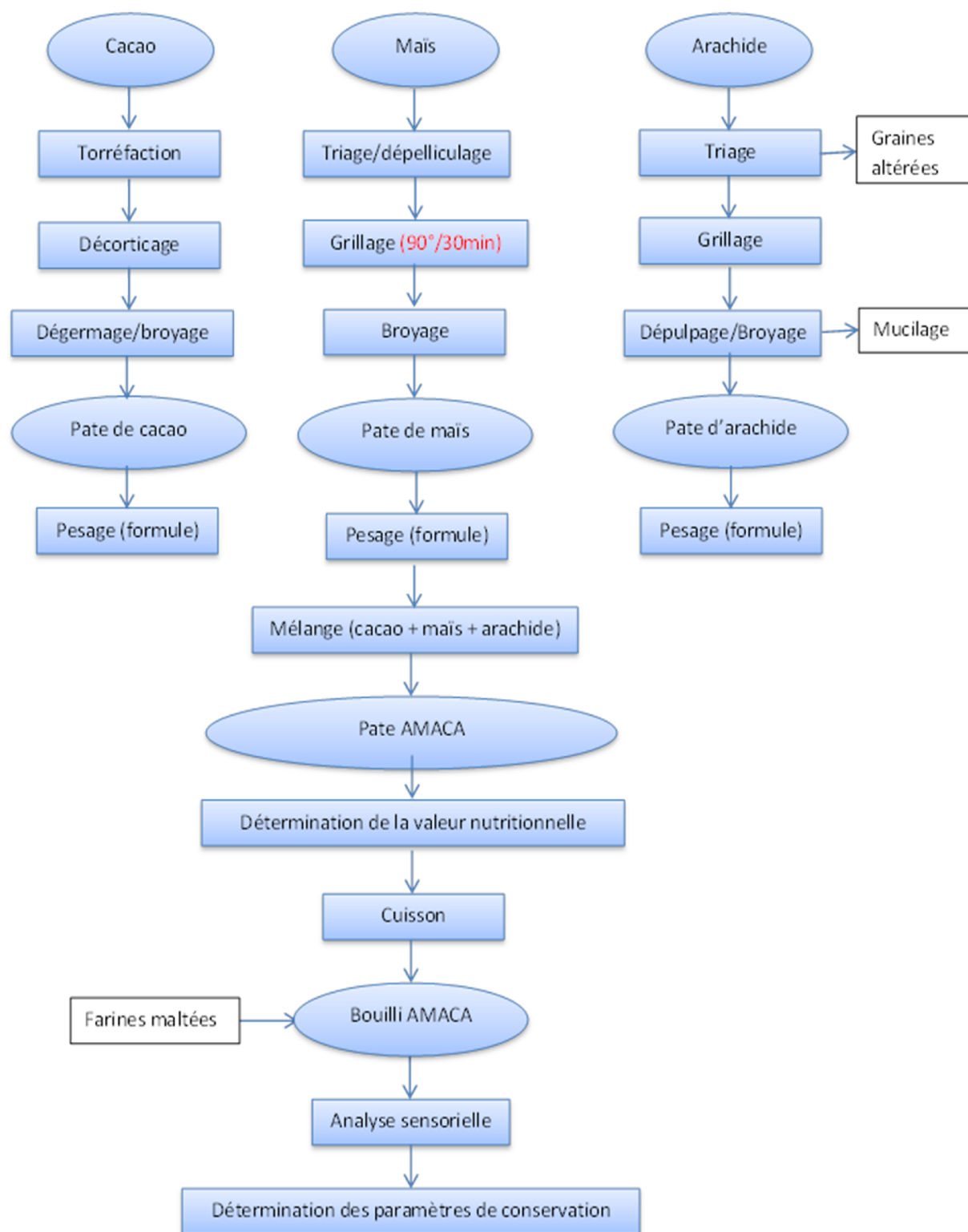
2.2.2 FABRICATION DE LA BOISSON CHOCOLATÉE AU SOJA

Fabrication de la pâte de cacao: Les fèves de cacao ont été introduites dans une marmite en aluminium pour un grillage doux (environ 50°C). Au cours de cette opération qui dure environ 60 min, les fèves de cacao sont régulièrement remuées pour éviter toute calcination. Par la suite, les fèves grillées sont introduites dans un mortier et sont pilées sommairement afin de faciliter le décortiquage. Les coques sont enlevées par vanage à l'air ambiant. Le nibs obtenu est broyer soit à la pierre, soit au Moulin.

La Boisson chocolat au soja: Pour préparer 3 L boisson, 500g de soja sont trempés dans une solution salée pendant 24h. afin d'éliminer le goût du haricot, le haricot est bouilli pendant 10 à 15 min à 80°C, rincé à l'eau et ensuite broyé. Trois cent grammes de pâte de soja et la pâte de cacao sont introduites dans 3l d'eau. Les différentes concentrations de cacao qui sont testées sont: 10%, 20%, 30% et 40%. Le mélange est filter et la boisson obtenue est stérisée pendant 10 à 15 min à 100°C. Aromatiser la boisson en ajoutant la citronnelle, sucrer à volonté.

2.2.3 FABRICATION DE LA BOUILLI A BASE DE CACAO, ARACHIDE ET MAÏS (BOUILLIE AMACA)

Le procédé utilisé a été le suivant :



Trois formulations suivantes ont été testées ;

- Formulation 1 : 30% arachide-55% maïs-5% cacao-10% sucre
- Formulation 2 : 30% arachide-45% maïs-15% cacao-10% sucre
- Formulation 3 : 20% arachide -60 % maïs -10 % cacao -10% sucre

2.3 ANALYSE SENSORIELLE (TEST DE PREFERENCE)

La dégustation a été faite suivant la Norme ISO 5492, 1992 par un panel de 10 personnes expérimentées et bien entraînées. Seules la perception visuelle (texture, couleur, viscosité...) et les sensations en bouche ont été prises en compte : goût, texture, l'arôme...).

L'analyse sensorielle a consisté en un test de préférence simple où le dégustateur est amené à choisir le produit qu'il apprécie le plus. L'analyse des fiches permet de ressortir la meilleure formulation.

2.4 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET NUTRITIONNELLES DES PRODUITS DERIVES

Certains paramètres physico-chimiques et nutritionnels des produits innovants sont déterminés : il s'agit de l'acidité, du PH, de la matière sèche, des macromolécules et quelques minéraux.

2.4.1 2.4.1- DÉTERMINATION DES MACROMOLÉCULES

- **Teneur en lipides** : Les lipides sont extraits au Soxhlet selon la méthode décrite par UICPA en 1979 [19]. L'extraction est basée sur la solubilité différentielle des lipides dans les solvants organiques comme l'hexane ou l'éther de pétrole.

- **Teneur en glucide/sucres totaux** : Les sucres totaux sont extraits et dosés selon la méthode décrite par Fischer et Stein en 1961 [20] : c'est la méthode au DNS. En milieu alcalin et à chaud, le DNS réagit avec les sucres solubles et passe de sa forme oxydée jaune à sa forme réduite orange présentant un maximum d'absorption à 530 nm

- **Teneur en protéine** : Les protéines totales ont été déterminées selon la méthode utilisant la réaction de Hantzsch [21]. C'est une méthode spectrophotométrique de détermination de l'azote du minéralisât. Elle est basée sur la réaction entre l'ammoniac, l'acétylacétone et le formaldéhyde en milieu aqueux. Cette réaction donne un composé jaune (le 2,6-diméthyl 3,5-diacétyl 1,4-dihydrolutidine) qui présente une absorption maximale à 412 nm.

2.4.2 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN CERTAINS MINÉRAUX

- **Teneur en calcium** : Le dosage du calcium est fait par la méthode titrimétrique [22]. La méthode consiste en un titrage molaire des ions Ca^{2+} avec une solution de sel dissodique de l'acide éthylène di-amine tétra-acétique (EDTA) à pH=10.

- **Teneur en sodium et potassium** : La teneur en ces minéraux a été déterminée par spectroscopie d'absorption atomique après solubilisation des cendres de 1g de produit en milieu acide. Les cendres sont traitées avec 10ml d'acide chlorhydrique, puis complétée avec 100ml d'eau.

2.4.3 AUTRES PARAMÈTRES

- **Mesures de l'acidité titrable** : L'acidité titrable a été déterminée suivant la méthode de [23]. Cette méthode consiste à la titration de 10 mL de yaourt à l'aide d'une solution de NaOH 0,9 % et en présence de la phénolphthaléine. L'acidité correspondante est calculée suivant la formule de Malonga Maurice en 1985 [24].

- **PH** : le pH est déterminé à l'aide utilisant un pH- mètre électronique.

- **Détermination de la matière sèche** : Le taux de matière sèche est déterminé suivant la méthode d'AFNOR (1982) [25]. Elle consiste à sécher 5g d'échantillon à 105°C pendant au moins 10 heures. La matière sèche est exprimée en pourcentage de masse.

- **Teneur en Cendres** : La teneur en cendre est déterminée grâce à la méthode décrite par AFNOR (1981) [26]. Cette méthode consiste à incinérer la prise d'essai (3 g) jusqu'à obtention de cendres blanches dans un four à moufle à 550°C.

3 RESULTATS

3.1 FORMULATION DES PRODUITS DERIVES DU CACAO ET DES CAFES

Le choix de la meilleure formulation a été fait par analyse sensorielle (Test de préférence). Le tableau 1 ci-dessous donne les différentes formulations retenues en fonction du produit dérivé :

La bouillie AMACA : des 3 formulations testées la meilleure formulation selon l'analyse sensorielle est « 20% d'Arachide- 60% de maïs- 10% de cacao ». Le facteur déterminant dans la formulation retenue a été le taux d'incorporation du cacao dans la bouillie car ce dernier détermine le niveau d'astringence, d'amertume et de coloration.

La boisson chocolatée au soja : le meilleur taux d'incorporation de la pâte de cacao est 30%. Ceci voudrait ainsi dire que pour préparer une bonne boisson chocolatée au soja, il faut dissoudre 300g de pâte de soja prétraité et 100g de pâte de cacao dans 3l d'eau (voir matériel et méthode).

Cette formulation permet d'avoir une boisson savoureuse, qui n'est pas astringente et est adaptée aux personnes intolérantes au lactose et à la caséine du lait.

Le yaourt aromatisé au café : Le taux d'incorporation de l'extrait de café préféré par les dégustateurs est de 1,6%.

L'apparence et la texture du yaourt sont influencées par la teneur en matières grasses et le degré/méthode d'homogénéisation [27]. Le goût quant à lui, est fonction de la teneur en matière grasse, protéine de la poudre de lait, des cultures de démarrage et du temps de conservation. Les défauts de goût, de texture et d'apparence fréquemment rencontrés dans la fabrication du yaourt sont souvent dus à la fermentation [28], [29], [24].

Tableau 1 : Les meilleures formulations retenues par le panel

	Bouillie AMACA			
	Formulation 1 (30%arachide-55%maïs- 5%cacao-10%sucre)	Formulation 2 (30%arachide-45%maïs- 15%cacao-10%sucre)	Formulation 3 (20%arachide-60%maïs- 10%cacao-10%sucre)	Formulation retenue
Nombre d'avis positif	2/10	1/10	7/10	F3
	Yaourt aromatisé au café			
	Formulation 1 : (0,4% extrait café)	Formulation 2 : (1% extrait café)	Formulation 3 : (1,6% extrait café)	
Nombre d'avis positif	1/10	3/10	6/10	F3
	Boisson chocolatée au soja			
	Formulation 1 (20% pâte cacao)	Formulation 2 (30% pâte cacao)	Formulation 3 (40% pâte cacao)	
Nombre d'avis positif	2/10	5/10	3/10	F2

**nombre de dégustateur sur 10 qui trouve que le produit est le plus bon*

3.2 EVALUATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES PRODUITS TRANSFORMES

La valeur nutritionnelle des produits transformés par des procédés traditionnels a été évaluée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Quelques valeurs nutritionnelles des produits dérivés

	Boisson chocolatée au soja (100mL)	Bouillie AMACA (100 g)	Yaourt aromatisé au café (100 ml)
pH	6,7	5,51	4,02
Acidité titrable	/	/	4,3 g d'acide lactique/L = 43 °D
Teneur en eau	88 %	80,35	22 %
Teneur en cendre	1,5	2,71	1,2
Protéine	3,6 g	12g	3,9 g
Lipide	12,3 g	15g	8,3 g
Glucide	17 g	7g	24 g
Sodium (Na)	48 mg	300 mg	82 mg
Potassium (K)	121 mg	180 mg	213 mg
Calcium (Ca)	20 mg	52 mg	136 mg
Valeur énergétique (kcal)	193,1	211	186,3

3.2.1 LA BOISSON CHOCOLATÉE AU SOJA

La boisson chocolatée au soja constitue une source importante de protéines (3.6g/100g) et de lipides (12.3g/100g) apporté essentiellement par la matière grasse du cacao et du soja. Sa teneur en protéine est égale à celle du lait. Les protéines du soja étant très proches de celles du lait, la boisson chocolatée au soja peut donc être recommandée aux personnes intolérantes au lactose et à la caséine du lait. C'est une boisson énergétique avec une densité de 193 kcal/ 100mL : elle est bien adaptées aux producteurs et aux jeunes enfants car ils ont besoin de beaucoup d'énergie.

3.2.2 LE YAOURT AROMATISE AU CAFE

Le yaourt aromatisé au café est une source importante de protéine et d'oligo-éléments (potassium et calcium) ; les valeurs dosées de ces oligoéléments sont respectivement de 213mg et 136mg. Le pH obtenu est de 4,02. Cette valeur concorde avec les normes en vigueur dans de nombreux pays. En effet, le pH du yaourt doit être inférieur à 4,5 (Espagne) ou 4,6 (Pays Bas) et supérieur à 3,8 (Israël) [24], [28], [23].

3.2.3 LA BOUILLIE AMACA

La bouillie AMACA est une source importante de protéines (12g) et de lipides (15g) apporté majoritairement par la matière grasse de l'arachide et du cacao. Elle est également une source très importante de micro éléments comme le sodium et le potassium avec des teneurs respectives de 300 mg et 180 mg/100mL de bouillie. Sa densité énergétique est très importante : sa valeur est de 211 Kcal/100mL qui est bien supérieure à la densité minimale recommandée qui est 84 Kcal/100 g de bouillie.

La densité énergétique des bouillies traditionnelles est généralement faible et se situe autour d'une moyenne de 50-60 Kcal/100g de bouillie [30], [14], [31]. De telles bouillies, compte tenu du faible volume de l'estomac qui est de l'ordre de 30ml/kg de poids corporel [32], ne sont pas en mesure de couvrir de manière efficace les besoins nutritionnels du nourrisson et du jeune enfant en complément du lait maternel surtout que la fréquence de consommation journalière des bouillies est 2 fois/jour. L'incorporation de malt entraîne une augmentation de la vitesse d'écoulement associée avec une augmentation de la matière sèche et de la densité énergétique des bouillies. Les recommandations actuelles concernant la densité énergétique minimale des bouillies sont de 84Kcal/100g de bouillie pour les enfants de 9-11 mois bénéficiant d'un allaitement maternel normal et de deux repas de bouillie par jour [33].

3.3 COMPARAISON DES VALEURS NUTRITIVES DES PRODUITS DERIVES A CELLES D'AUTRES ALIMENTS DONT LE LAIT MATERNEL

Afin de savoir si les aliments mises au point (bouillie AMACA, boisson chocolatée au soja et yaourt à l'extrait de café) peuvent être recommandés comme aliment de complément au lait maternel, nous avons fait une comparaison de la valeur nutritive par rapport à certains aliments de référence (lait maternel et lait formule F100) et à d'autres bouillies disponible sur

le marché (bouillie de mil, bouillie BAMISA, mélange céréale/lait/huile). Les données sont contenues dans le tableau 3 suivant.

La boisson chocolatée au soja et le yaourt aromatisé au café constituent des aliments de haute valeur énergétique (193.1kcal et 186.3 kcal respectivement) comparés au lait maternel, mais qui en dépit de tout reste le meilleur aliment au vu de la qualité de ses nutriments. Aussi, la bouillie AMACA est un aliment de haute valeur énergétique (211Kcal), plus élevé que la bouillie de mil et la bouillie BAMISA qui sont également répertoriés dans la gamme des bouillies infantiles. Elle peut donc constituer une meilleure réponse aux problèmes de malnutrition infantile rencontrée dans les zones rurales cacaoyères.

Au vu des résultats obtenus, nous pouvons ainsi dire que la boisson chocolatée au soja, le yaourt aromatisé au café et la bouillie AMACA peuvent servir comme aliment de complément au lait maternel.

Les aliments donnés aux jeunes enfants sont de valeur nutritive très inégale. Leur consistance n'est pas le reflet de leur valeur nutritive, et le lait maternel est toujours le meilleur en qualité, en toutes circonstances.

- Les bouillies traditionnelles de mil, de maïs, de riz, de manioc sont généralement des bouillies à 10% de matière sèche. Elles ne peuvent dépasser 15% de matière sèches sans traitement par une amylase.
- La bouillie dite " légère" n'a parfois que 5 ou 7 % de matière sèche, c'est à dire moins énergétique que du soda. L'aspect d'une bouillie est trompeur. L'usage de bouillies dites légères est à l'origine de certaines malnutritions et doit absolument être évité.
- La bouillie lactée "céréale-lait-huile", représente une amélioration considérable, du fait de la présence de lait en poudre (protéines) et d'huile (énergie).
- Les préparations industrielles utilisées dans les services de prise en charge de la malnutrition dit Laits (Formula) Thérapeutiques F70 et F100 servent maintenant de références

Tableau 3 : Comparaison des valeurs nutritives des aliments

Valeurs pour 100 g	Lait maternel	Bouillie AMACA	Bouillie de mil à 10%	Mélange céréale /lait/huile	Bouillie BAMISA 30%MS	Lait : formule F100	Boisson chocolatée au soja	Yaourt aromatisé au café
Protéine (g)	1,1	12	1	3,1	4,5	2,9	3,6	3,9
Lipide (g)	3,8	15	0,4	3,6	3,6	6	12,3	8,3
Glucide (g)	7	7	7,2	14,3	18,3	9	17	24
Valeur énergétique (kcal)	72	211	34	103	127	100	193.1	186.3

3.4 L'ACCEPTABILITE DES PRODUITS DERIVES PAR LES PRODUCTEURS

L'acceptabilité des produits innovants mis au point a été testé dans 2 zones rurales : une zone cacaoyère (Bokito) et une zone caféière (Mbabadjou).

Un échantillon de 50 ménages, dont 25 ménages dans Bokito et 25 ménages dans Mbabadjou ont été sélectionnés et formés sur la production de la bouillie AMACA, la boisson chocolatée au soja et le yaourt à l'extrait de café. Le principal interlocuteur dans ces ménages était les femmes car c'est à elles qu'incombe la nutrition de la famille. Avec les enfants, les femmes sont par ailleurs les plus touchées par l'insécurité alimentaire et la malnutrition. Chaque ménage retenu avait au moins 7 personnes : 2 parents et 5 enfants.

3.4.1 FORMATION DES MENAGES SUR LES PRODUITS DERIVES DU CACAO ET DES CAFES

Les ménages retenus pour cette étude ont été formés sur la production de la bouillie AMACA, la boisson chocolatée au soja et le yaourt à l'extrait de café. Les femmes ont été regroupées en unité d'expérimentation de 10. La formation a été faite en 2 phases : une phase théorique qui est beaucoup plus explicative et une phase pratique. Après la formation, il a été remis à chaque ménage sélectionné une fiche de suivi de consommation où chaque ménage devrait cocher chaque fois qu'un produit innovant a été préparé pour l'alimentation de la famille.

3.4.2 ANALYSE DU PROFIL SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DES MENAGES SELECTIONNES

Le tableau 4 suivant informe sur certains paramètres socio-démographiques des ménages retenus pour étudier l'acceptabilité des produits innovants. Ce tableau montre que l'agriculture est la principale activité de la majorité des chefs de familles (66%), les femmes sont toutes mariées et ont en majorité le niveau du collège (62%). Le groupe d'âge dominant des femmes est de 30 -40 ans.

Tableau 4: Caracteristiques Socio-demographiques des ménages

Caractéristiques	Bokito	Mbabadjou	Moyenne
Composition des ménages			
femmes	97	100	98.5
Homme	80	75	77.5
Statut matrimonial des ménages (%)			
marié	100	100	100
Principale activité des ménages (%)			
Agriculture	70	63	66.5
Commerçant	25	35	30
fonctionnaire	5	2	3.5
Niveau d'éducation de la mère			
Primaire	34	42	38
Secondaire	66	58	62
Mother's age categoryfrequency			
<30 ans	0	2	1
30- 40 ans	80	72	76
40- 50 ans	12	23	17.5
>50 ans	8	3	5.5

3.4.3 ADOPTION DES TECHNOLOGIES PAR LES MENAGES

L'exploitation des fiches de consommation collectées auprès des ménages 6 mois après la formation a permis d'analyser le niveau d'intégration des nouveaux produits dans l'habitude alimentaire des ménages. Le tableau 5 suivant donne la fréquence de consommation en fonction des régions. D'une façon générale, la bouillie AMACA est l'innovation la plus utilisée avec une fréquence moyenne de consommation égale à 27 fois pendant les 180 jrs de l'étude, cette consommation étant plus importante à Bokito qu'à Mbabadjou. La boisson chocolatée au soja quant à elle est moins consommée par les ménages avec une fréquence moyenne de 9 fois/180 jrs. La plus faible fréquence de consommation a été obtenue avec le yaourt à l'extrait de café (1 fois sur 180 jours).

Tableau 5: Fréquence de consommation des produits innovants dans les 2 régions

Produits innovants	Fréquence de consommation sur 180 jours		Moyenne
	Mbabadjou	Bokito	
Bouillie AMACA	24 fois	30 fois	27 fois /180 Jrs
Boisson chocolaté au soja	8 fois	10fois	9 fois /180 Jrs
Yaourt à l'extrait de café	2 fois	0 fois	1 fois /180 Jrs

3.4.4 LES CONTRAINTES A L'ADOPTION DES TECHNOLOGIES

Les principales contraintes à l'adoption des nouvelles technologies qui ont été relevées par les ménages sont contenues dans le Tableau 6. La principale contrainte qui a été évoquée par les femmes était la disponibilité de la matière première, en l'occurrence le cacao pour la ville de Mbabadjou et du café pour Bokito. Il a été également indiqué le problème de coupure très régulière d'électricité, ainsi que l'absence des équipements de conservation comme le réfrigérateur, le congélateur ou autre. Le broyage du cacao et du café constituent des contraintes dans les deux villes car les moulins à écraser des produits

frais qu'on retrouve le plus dans les villages, refusent d'écraser le cacao et le café car ils estiment que ces produits abiment les dents du moulin.

Tableau 6: Principales contraintes à l'adoption des technologies

Contraintes	Niveau d'importance	
	Bokito	Mbabajou
Disponibilité en cacao	--	++++
Disponibilité en café	++++	--
Disponibilité en soja	-	-
Disponibilité en arachide	-	-
Disponibilité en maïs	-	-
Disponibilité en lait	+	+
Electricité	+++	++++
Equipement de conservation	+++	++
Broyage du cacao	+++	+++
Torréfaction du café	-	++
Broyage de café	-	++
Transport	+	++

4 CONCLUSION

Cette étude consistait à voir si les produits dérivés du cacao et des cafés peuvent constituer des alternatives sérieuses pour lutter contre l'insécurité alimentaire et la malnutrition en zone rurale Camerounaise. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'importante richesse nutritive et énergétique de ces produits dérivés : la boisson chocolatée au soja se caractérisait par des teneurs élevées en protéines et lipides, la bouillie AMACA avait une densité énergétique supérieure au minimum recommandé, le yaourt aromatisé au café avait une teneur importante en protéine et était très riche en calcium et potassium. Néanmoins plusieurs autres analyses devront encore être effectuées en complément de celles déjà réalisées. Il s'agira donc de doser les vitamines et assimilés, les autres minéraux et oligo éléments, la toxine du soja jaune. Ces procédés traditionnels mis aux point devront continuer à être améliorés afin d'augmenter le rendement d'extraction qui reste faible.

REFERENCES

- [1] EDS-Congo, 2006. Enquête Démographique et de Santé au Congo (EDSC-I). Rapport préliminaire, 35p.
- [2] Cornu A., Trèche S., Massamba J.P., Delpeuch F., 1993. Alimentation de sevrage et interventions nutritionnelles au Congo. Cahiers Santé 1993; 3: 168-177.
- [3] Akéré J., L'alimentation infantile. Bases physiologiques. Bulletin de l'Organisation Mondiale de la santé (1989), 67 (suppl.)
- [4] WHO, Minor and trace relevance: why, what and when. Nestlé nutrition serves, 10 Raven Press New York, (1989), p 1-43
- [5] De Zoysa T., Why promote breastfeeding in diarrheal disease control programmes. Health policy and planning, (1991), p 371-379.
- [6] Société Mission scientifique du Syndifrais (1997) Yaourts, laits fermentés. *Lait* 77 : 321-358
- [7] Dillon JC, 1989. Les produits céréaliers dans l'alimentation de sevrage du jeune enfant en Afrique. In Michel P., éd céréales en régions chaudes : conservation et transformation. Paris. Aupelf-Uref. Edition John Libbey. Eurotest, p 299-307
- [8] OMS, 2010. Santé et développement de l'enfant et de l'adolescent. «Alimentation de complément».
- [9] N'goma M'foundou R. S., 2001. Étude des modalités d'utilisation des aliments de complément chez le nourrisson et le jeune enfant de la ville de Pointe-Noire. Mémoire de fin d'études d'ingénieur, I.D.R., Université Marien NGOUABI, 56p
- [10] Thomazic M., 2003. Caractérisation de la commercialisation et de la vente de poto-poto. Mémoire de DESS, Université de Montpellier II, 68p.
- [11] Sanchez-Grinan Mi, Peerson J., Brown Kh, 1992. Effect of dietary energy density on total ad libitum energy consumption by recovering malnourished children. Eur. J. Clin. Nutr. 46, 197-204
- [12] Trèche, 2004. Les bouillies fluides, bébés bien nourris. In : Information pour le développement agricole des pays ACP, N° 110, avril 2004

- [13] chibindat F., Trèche S., 1995. Vitafort : Une farine infantile de haute densité énergétique au Congo. In : Trèche S., De Benoist B., Benbouzid D., Delpeuch F., 1995. L'alimentation de complément du jeune enfant. Actes d'un atelier OMS/ORSTOM inter-pays, du 20 au 24 novembre 1994, à l'université Senghor, Alexandrie : 177-188
- [14] Elenga M., Massamba J., Kobawila S. C., Makosso V. G., Silou T., 2009. Évaluation et amélioration de la qualité nutritionnelle des pâtes et des bouillies de maïs fermenté au Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(6) : 1274-1285.
- [15] Mouquet C., Trèche S., 2001. Viscosity of gruels for infant a comparaison of measurement procedures. *Int J Foo Sci Nutr* 2001; 52: 389-400
- [16] Mouquet C., Salvagnol B., Van Hoan N., Monvois J., Trèche S., 2003. Ability of a very low cost extruder to produce instant infant flours at a small scale level in Vietnam. *Food Chemistry* 2003; 82: 249-55.
- [17] CICC, 2014. Rapport annuel, 120 Pp.
- [18] <http://www.fao.org>. <http://www.fao.org>
- [19] UICPA (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée), 1979. Méthode d'analyse des matières grasses; sixième édition 640 p.
- [20] Fischer E. & Stein E.A. (1961). DNS colorimetric determination of available carbohydrates in foods. *Biochemical Preparation* 8: 30 – 37.
- [21] Devani M. B., Sioshoo J. C., Shal S. A. & Suhagia B. N. (1989). Spectrophotometric method for micro determination of nitrogen in kjeldahl digest. *J. Ass. Off. Anal. Chem.*, 72(6), 953-956.
- [22] AFNOR (1986). *Recueil des normes françaises. Eaux – Méthodes d'essai*. AFNOR, Paris (France).
- [23] Madji Amira (2008) stage au centre professionnel d'agroalimentaire de cité EL KHADRA. Institut national agronomique de Tunisie, rapport de stage, 15p.
- [24] Malonga Maurice (1985) Etude de la fabrication des yaourts en République Démocratique du Congo : Essais d'améliorations. Thèse présenté en vue de l'obtention d'un Doctorat III^e cycle, Université de Clermont II, Spécialité : Sciences Alimentaires, 174p.
- [25] AFNOR (Association Française de Normalisation) (1982). *Recueil des normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes. Jus de fruits*. 1^{ère} éd., Paris la défense (France).
- [26] AFNOR (1981). *Recueil de normes françaises. Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés*. AFNOR, Paris (France), 2^{ème} édition.
- [27] Research Institute of organic agriculture (2011) Fiche d'informations sur les propriétés sensorielles du yaourt biologique. Suisse, Frick, 14p.
- [28] Amellal née Chibane Hayet (2008) aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes. Thèse en vue de l'obtention du Doctorat, Université M'Hamed Bougara-Boumerdes, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Laboratoire de Recherches de Technologies Alimentaires, 203p.
- [29] Boubchir-ladj Kahina (2011) Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie SOUMMAM D'AKBOU. Mémoire présenté en vue de l'obtention du titre de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 100p.
- [30] Trèche S., Massamba J., 1991. Modes de préparation et valeur nutritionnelle des bouillies de sevrage actuellement consommées au Congo. Communication présentée au séminaire atelier « Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale », Brazzaville, avril 1991
- [31] Zannou-Tchoko V. J., Ahui-Bitty L. B., Kouame K., Bouaffou Kouamé G. M., Dally T., 2011. Utilisation de la farine de maïs germé source d'alpha-amylases pour augmenter la densité énergétique de bouillies de sevrage à base de manioc et de son dérivé, l'attiéké. *Journal of Applied Biosciences* 37 : 2477-2484
- [32] Sanchez-Grinan Mi, Pearson J., Brown Kh, 1992. Effect of dietary energy density on total ad libitum energy consumption by recovering malnourished children. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46, 197-204
- [33] Dewey KG., Brown KH. 2003. Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and applications for intervention programs. *Food Nutr Bull* 2003 ; 24 (1) : 5-28

Caractérisation physico-chimique des lixiviats d'une décharge : cas du lieu d'enfouissement sanitaire de Ouèssè-Ouidah (sud Bénin)

[Physico-chemical characterization of the leachates of a discharge: case of sanitary burying place of Ouèssè-Ouidah (South of Benin)]

Rock Modéran TOKLO¹, Roger Gérard JOSSE¹, Nikita TOPANOU², Alexis F. C. TOGBE³, Pierre DOSSOU-YOVO⁴, and Bruno Coulomb⁵

¹Laboratoire d'analyse physico-chimique des milieux aquatiques (LAPMIA/FAST/CHIMIE/UAC), BP 526 Cotonou, Benin

²Laboratoire d'Expertise et de Recherche en Chimie de l'Eau et l'Environnement (LERCEE / FAST/ Chimie/ UAC), BP 526 Cotonou, Benin

³Laboratoire de Chimie Physique (LCP/FAST/CHIMIE/UAC), BP 526 Cotonou, Benin

⁴Laboratoire de Recherche en Traitement et Conservation des Produits Halieutiques (FAST/ Chimie /UAC), BP 526 Cotonou, Benin

⁵Aix-Marseille Université-CNRS, LCE FRE 3416, Marseille, France

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

ABSTRACT: By searching of physico chemical characterization of the pollutants in the leachates of the Sanitary Burying Place of Ouèssè-Ouidah, it has been determined parameters such as the temperature, the electric conductivity, the pH, the dissolved oxygen, the redox potential, the anions (Chloride, Nitrate, Nitrite, Sulfate), the cations (Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Ammonium), metals (Iron, Nickel, Lead, Aluminum, Zinc), the DBO5 and the DCO. The obtained results show that the leachates of the L.E.S. are turbid ($> 1100\text{NTU}$), charged in suspended materials ($> 470\text{mg / L}$) and then very polluted (oxygen dissolved approximately 1mg / L). Leachates are also characterized by a strong iron content ($1829,15 \pm 2,82 - 2099,49 \pm 12,82 \mu\text{g / L}$) and a strong concentration in chloride ($192,49$ in $227,89\text{mg / L}$). The content of samples studied in oxidizable materials (DCO of the order of $1161,0 - 1278,0 \text{ mgO}_2 / \text{L}$; DBO5 of the order of $95,8$ in $107,0 \text{ mgO}_2 / \text{L}$) and in nitrogenous materials (220 in 400 mg / L), which remained very high. The samples of the analyzed leachates also have a high rate of minerals (conductivity: $\text{max} = 218 \text{ ms / cm}$).

KEYWORDS: burying place, sanitary, discharges, leachates, physico-chemical parameters.

RÉSUMÉ: Pour une caractérisation physico chimique des polluants dans les lixiviats du Lieu d'Enfouissement Sanitaire de Ouèssè-Ouidah, il a été déterminé les paramètres tels que la température, la conductivité électrique, le pH, l'oxygène dissous, le potentiel redox, les anions (Chlorure, Nitrate, Nitrite, Sulfate), les cations (Sodium, Potassium, Calcium, Magnésium, Ammonium), les métaux (Fer, Nickel, Plomb, Aluminium, Zinc), la DBO5 et la DCO. Les résultats obtenus montrent que les lixiviats du L.E.S. sont très turbides ($>1100\text{NTU}$), très chargés en matières en suspension ($>470\text{mg/L}$) et très pollués (oxygène dissous environ 1mg/L). Les lixiviats sont caractérisés aussi par une forte teneur en Fer ($1829,15 \pm 2,82$ à $2099,49 \pm 12,82 \mu\text{g/L}$) et une forte concentration en chlorure ($192,49$ à $227,89\text{mg/L}$). La teneur des échantillons étudiés en matières oxydables (DCO de l'ordre de $1161,0$ à $1278,0 \text{ mgO}_2/\text{L}$; DBO5 de l'ordre de $95,8$ à $107,0 \text{ mgO}_2/\text{L}$) et en matières

azotées (220 à 400 mg/L) demeure très élevée. Les échantillons des lixiviats analysés ont également un taux élevé de matières minérales (conductivité : max = 218 ms/cm).

MOTS-CLEFS: lieu d'enfouissement sanitaire, décharges, lixiviat, paramètres physico-chimiques.

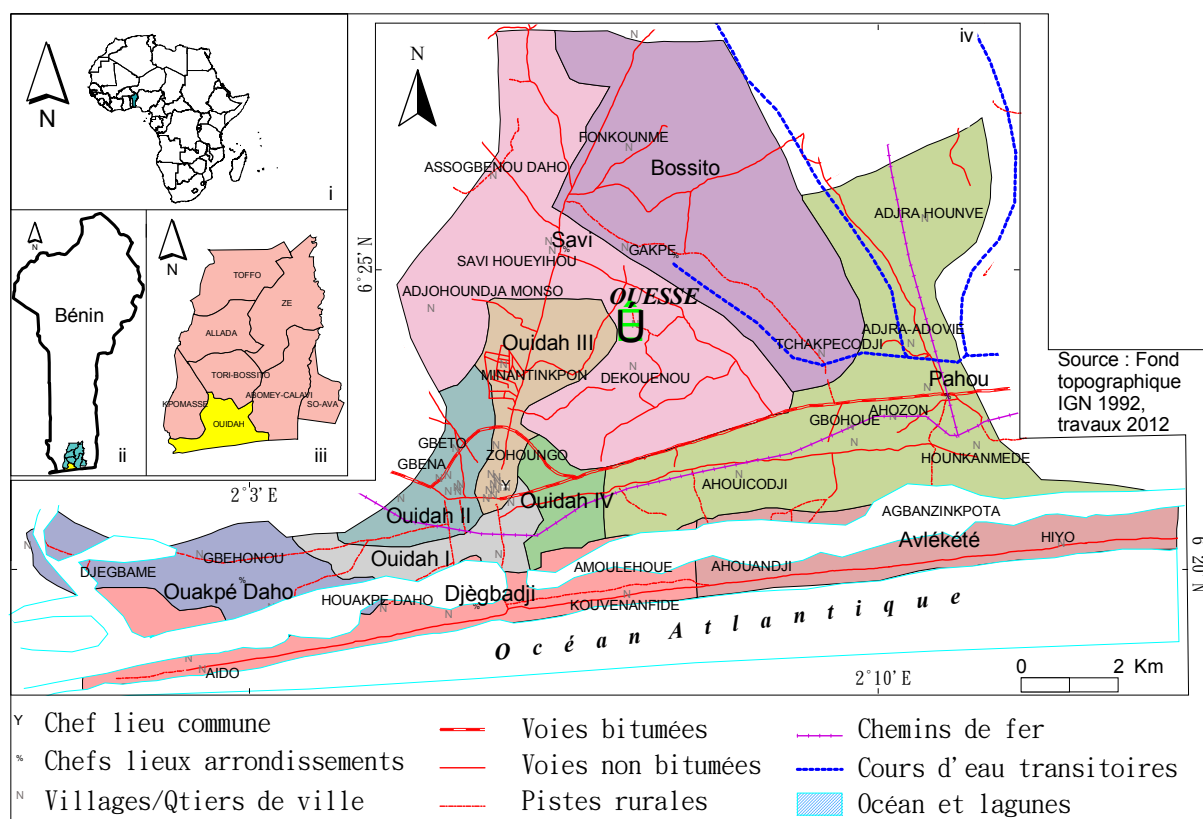
1 INTRODUCTION

La mise en décharge des ordures ménagères entraîne souvent la production de lixiviats dont les conséquences sont néfastes pour l'environnement [1]. En effet, dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions biologiques et physico-chimiques complexes. L'eau s'y infiltre et il se produit des lixiviats et du biogaz chargés de substances organiques et minérales qui engendrent une pollution essentiellement de type organique et métallique. La biodégradation naturelle des déchets confinés libère de nombreuses substances toxiques dans le milieu naturel, notamment dans l'atmosphère, les eaux souterraines et les cours d'eau. Par lixiviat appelé aussi lessivia ou percolat, on désigne l'eau qui a percolé à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et surtout chimiquement de substances minérales et organiques [2]. En Afrique, la pollution des plans d'eau est d'actualité et le traitement des eaux usées n'est pas toujours une préoccupation [3].

L'objectif de ce travail est de faire une caractérisation physico-chimique des lixiviats de la décharge de Ouèssè-Ouidah (sud Bénin) en vue d'apprécier qualitativement et quantitativement les paramètres pouvant impacter les eaux qui serviront à l'utilisation humaine.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE



Carte 1: Localisation du village de Ouèssè sur la carte géographique de la ville de Ouidah

Le lieu d'enfouissement sanitaire (L.E.S.) est situé le long de la route reliant la localité de Savi à la route nationale longeant le littoral et se trouve à environ 700 m au nord-ouest de l'intersection de la route de Savi et de la piste menant au village de Ouèssè (commune de Ouidah). Le site est situé à environ 5 km au nord de la route bitumée qui relie celle-ci à Savi [4].

2.2 POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

Les prélèvements de lixiviat ont été réalisés à deux endroits du site de la décharge. Signalons qu'au niveau de chaque point d'échantillonnage, cinq prélèvements ont été effectués. Les échantillons prélevés ont été définis à partir de leurs disponibilités sur le terrain.

Les points de prélèvement des lixiviats 1 et 2 sont notés E 1 et E 2 respectivement.

2.3 MÉTHODES D'ANALYSES

La température (T), le pH, les solides totaux dissous (TDS), l'oxygène dissous (O_2), le potentiel redox (Eh) et la conductivité/salinité ont été mesurés *in situ* à l'aide d'une sonde multi paramètre de marque WTW 340i (pH/Oximètre). La couleur et la turbidité ont été également mesurées *in situ* par le colorimètre HACH DR/890.

Dans les échantillons de lixiviat, le phosphore total et le phosphore soluble ont été dosés par colorimétrie (méthode molybdate/acide ascorbique) avec un spectrophotomètre AL 800 de marque Aqualytic.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) dans les échantillons de lixiviat est déterminée à l'aide du spectrophotomètre AL 800 de marque Aqualytic (méthode par oxydation au dichromate de potassium en milieu H_2SO_4 concentré).

La demande biologique en oxygène (DBO5) est la quantité d'oxygène (mg/L) consommée pendant 5 jours par des micro-organismes au cours de la dégradation de la matière organique à une température de $20 \pm 0,2^\circ C$ et à l'obscurité. Le principe consiste à mettre les échantillons d'eau de lixiviat dans des flacons contenant des bactéries et ensuite les placer dans un DBO-mètre pendant 5 jours. Les micro-organismes, en dégradant la matière organique présente dans l'eau, consomment l'oxygène et produisent du CO_2 entraînant ainsi une dépression enregistrée par un manomètre.

Dans les échantillons de lixiviat les ions F^- , Cl^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ont été dosés par un chromatographe ionique de marque Métrohm et de modèle 761 SD compact IC. L'éluant est un mélange de carbonate et d'hydrogencarbonate de sodium. La colonne de séparation pour anions est de type METROSEP A SUPP4 (L = 250 mm, DI = 4,6 mm et diamètre des particules 5 μm).

Les métaux (Al, Pb, Cu, Ni, Fe, Cd, Zn, Cr, As) ont été dosés par ICP-AES avec un spectromètre de marque JOBIN YVON HORIBA et de modèle JY 2000.

Le taux d'ammonium dans les échantillons de lixiviat a été déterminé à l'aide d'un spectrophotomètre AL800 de marque Aqualytic (méthode au bleu d'indophénol).

Le carbone organique total, le carbone inorganique et le carbone total ont été dosés par un COT- mètre de marque Analytic Jena modèle NC 2100S par combustion à $800^\circ C$ et dosage du CO_2 libéré par Infra-Rouge.

Les cations (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) ont été dosés dans les échantillons de lixiviat par spectrométrie d'absorption ou d'émission atomique à flamme avec un spectromètre de marque Thermo Scientific et de modèle ICE 3000 Series A Spectrometer.

L'analyse statistique des données obtenues a été effectuée avec le logiciel Microsoft Office Excel 2007. La variation des paramètres étant faible pendant la période d'étude nous avons utilisé les moyennes obtenues pour la suite de l'étude.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1: Résultats des analyses physico-chimiques in situ des lixiviats dans différentes zone de la décharge

	pH	T (°C)	Salinité	Conductivité (mS/cm)	TDS (mg/L)	O ₂ dissous (mg/L)	Potentiel Redox (mV)	Matière en suspension (mg/L)	Turbidité (NTU)	Couleur (Pt Co)
E 1	7,71 ±0,25	30,30 ±0,80	8,40 ±0,10	14,05 ±0,12	7024,0 ±3,4	1,07 ±0,03	-49	470,0 ±3,0	1360,00 ±7,11	6760 ±10
E 2	5,50 ±0,11	28,50 ±0,15	13,40 ±0,21	218,00 ±2,07	11914,00 ±7,11	0,43 ±0,01	-57	528,0 ±3,7	1100,00 ±6,80	8736 ±12

Afin de caractériser les lixiviats du lieu d'enfouissement sanitaire de Ouèssè-Ouidah, nous avons déterminé in situ à l'aide d'une sonde multi paramètres de marque WTW 340i (pH/Oximètre) dans les échantillons prélevés les paramètres tels que la température (T), le pH, l'oxygène dissous (O₂), le potentiel redox (Eh), la salinité, la conductivité, la couleur, le TDS et la turbidité. Les matières en suspension (MES) ont été déterminées au Laboratoire le même jour des prélèvements à l'aide du colorimètre HACH DR/890. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 1.

L'examen de ce tableau montre la complexité des lixiviats étudiés. D'un point de vue quantitatif, les teneurs des différents paramètres varient d'un point de prélèvement à un autre. La composition des lixiviats, à différents points de la décharge, présente parfois des écarts importants. Ceci pourrait être dû soit à la composition des déchets, soit à la durée de l'enfouissement. De plus, l'enfouissement des déchets étant désordonné c'est-à-dire ne suivant pas un schéma précis, il en résulte une perturbation constante des phénomènes physico-chimiques et biologiques qui régissent la lixiviation.

Les lixiviats ont un pH qui varie de 5,5 à 7,71 et présentent une salinité importante avec une conductivité élevée (14,05 à 218 mS/cm).

La forte turbidité (1100 à 1360 NTU) et la teneur élevée des MES (470 à 528 mg/L) des lixiviats sont liées à la faible concentration en oxygène dissous. Ces lixiviats sont donc pollués ce qui confirme les résultats de Beaux [5] qui stipule qu'une eau est dite polluée si elle a une teneur en oxygène dissous inférieure à 3 mg/l. Les concentrations des MES dépassent largement celles fixées par la norme Béninoise (100 mg/L) pour les eaux usées. On peut dire que les lixiviats prélevés ont un caractère encrassant.

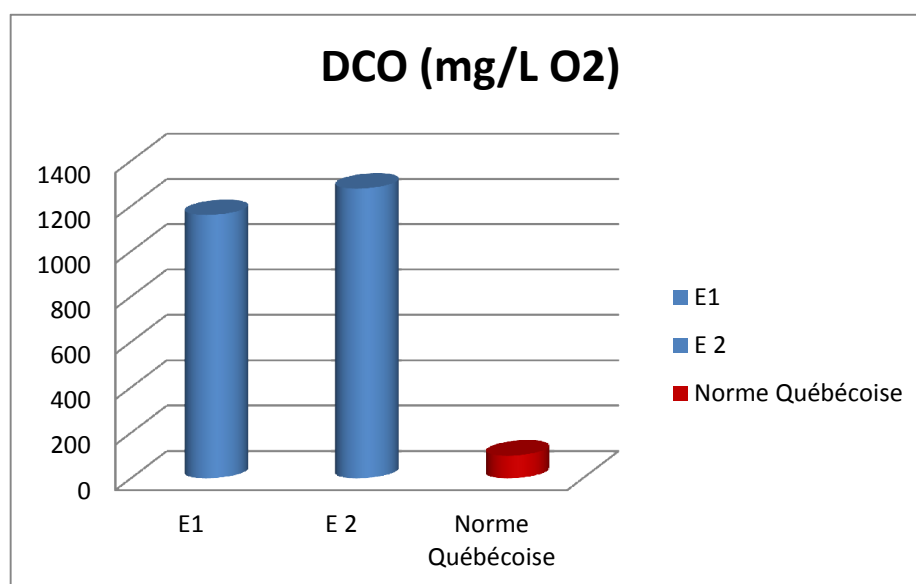


Figure 1: Teneur en DCO des lixiviats prélevés

L'histogramme de la figure 1 présente les moyennes de demande chimique en oxygène des différents échantillons. L'analyse de cette figure montre que la DCO des échantillons de lixiviat dépasse largement la norme québécoise fixée (100

mg/L) pour les eaux usées. Notons que l'exploitation de la décharge avec des épaisseurs de dépôts supérieures à 4 m peut engendrer une augmentation de la DCO dans les lixiviats [6], [7].

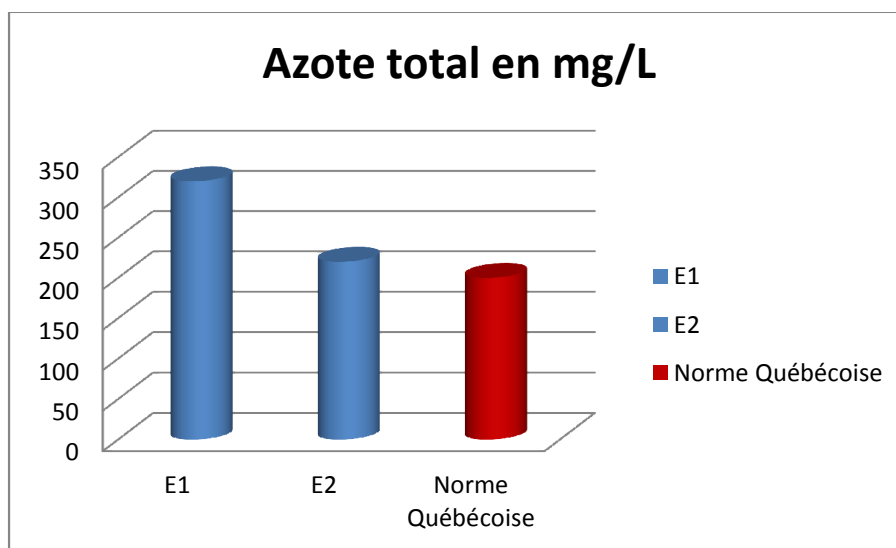


Figure 2: Teneur en azote total des lixiviats prélevés

L'histogramme de la figure 2 nous indique les moyennes des teneurs en azote total des lixiviats. Notons qu'à chaque point d'échantillonnage, cinq prélèvements ont été réalisés. La concentration de l'azote total est plus élevée dans le lixiviat 1 que dans le lixiviat 2 et sont toutes supérieures à la norme québécoise fixée (200 mg/L).

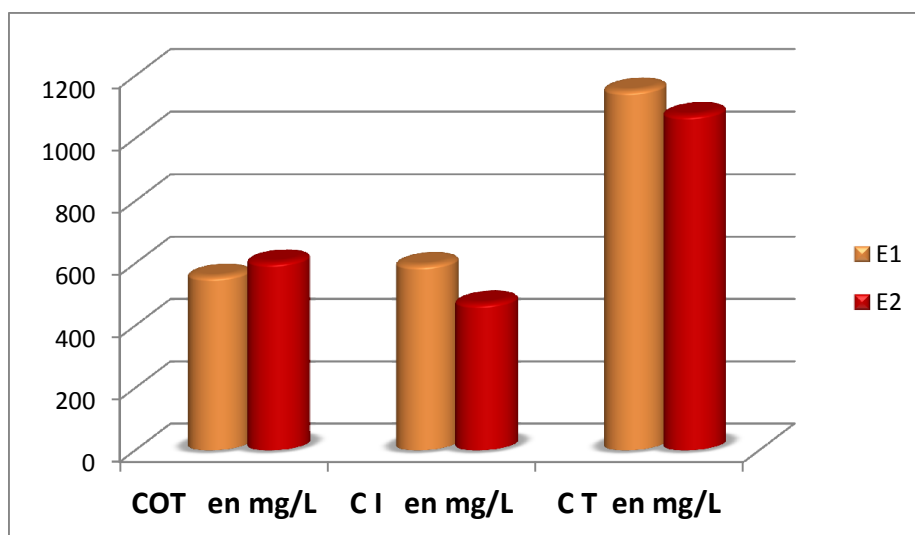


Figure 3: Teneur en carbone organique total, carbone inorganique et carbone total.

L'examen de l'histogramme de la figure 3 montre que le carbone organique total (COT) a pratiquement la même teneur (550 mg/L) au niveau des 2 points d'échantillonnage. Par contre les teneurs en carbone inorganique et en carbone total dans le lixiviat 1 sont plus élevées que dans le lixiviat 2. La présence du carbone organique dans les lixiviats étudiés pourrait être due aux transformations chimiques des produits pharmaceutiques et agroalimentaires déversés sur le site de décharge.

Tableau 2: Teneur en cations des lixiviats

Echantillons	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)
E1	1892,50±6,58	3702,70±4,52	156,50±1,79	66,57±0,87	740,00±2,69
E2	1624,34±4,70	2931,17±4,06	110,29±2,04	63,35±1,12	970,00±2,45

Le tableau 2 présente les valeurs moyennes des teneurs en cations dans les échantillons. L'analyse de ce tableau montre une forte concentration en potassium (de 2931,17 à 3702,70 mg/L) et une faible concentration en calcium (de 63,35 à 66,57). En ce qui concerne les ions sodium, magnésium et Ammonium, les concentrations varient respectivement entre 1624,34 et 1892,50 mg/L ; 110,29 et 156,50 mg/L ; 740,0 et 970,0 mg/L. Ces valeurs élevées des cations dans les lixiviats signalent une forte présence des matières minérales. La quantité de potassium relativement importante dans les lixiviats pourrait être expliquée par l'enfouissement des produits calcinés et des produits alimentaires qui subissent des évolutions biologiques et physico-chimiques.

Tableau 3: Teneur en anions des lixiviats

Echantillons	Fluorures en mg/L	Chlorures en mg/L	Nitrites en mg/L	Nitrates en mg/L	Phosphates en mg/L	Sulfates en mg/L
E1	<LD	227,89±1,98	<LD	<LD	<LD	6,37±0,87
E2	0,03±0,00	192,49±1,96	<LD	<LD	<LD	<LD

L'évaluation des résultats du tableau 3 nous amène à dire que seuls les ions chlorures sont présents en quantité suffisante dans les lixiviats (192,49 à 227,89). Quant aux ions sulfates, ils sont présents dans les échantillons prélevés au point E1. Leur teneur est inférieure à la limite de détection dans les échantillons prélevés au point E2. Les ions tels que les fluorures, nitrites, nitrates et phosphates ont une teneur inférieure à la limite de détection.

Les lixiviats du L.E.S. de Ouèssè-Ouidah, présentent des valeurs de conductivité et des teneurs en chlorure très importantes. Il s'agit d'un caractère commun à des lixiviats d'autres décharges d'ordures ménagères [2], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14]. L'augmentation de la température stimule les réactions d'oxydation, d'hydrolyse et de reminéralisation des déchets par les bactéries (stimulation de l'activité enzymatique bactérienne), d'où le lixiviat devient riche en éléments minéraux tels que les chlorures [11], [15], [16]. L'évolution des concentrations en chlorures semble influencer la conductivité électrique qui est déterminée principalement par ces ions. Cette relation entre les teneurs en chlorures et la conductivité a été largement étudiée [1].

Tableau 4: Teneur en µg/L en métaux lourds des lixiviats

Echantillons	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
E1	108,70 ±2,54	-	-	82,44 ±0,60	19,48 ±0,41	2099,49 ±12,82	111,51 ±2,60	12,67 ±0,82	-
E2	119,69 ±4,60	-	-	84,38 ±2,11	19,45 ±0,23	1829,15 ±2,82	94,58 ±1,91	10,99 ±0,95	-

En ce qui concerne les métaux, les concentrations en arsenic, cadmium et en zinc des lixiviats sont inférieures à la limite de détection de l'appareil. La concentration totale en métaux lourds (Cu, Pb, Ni, Al, Fe, Cr) est assez forte et varie entre 2158,24 et 2434 µg/l.

Toutefois, certains métaux lourds comme le fer, l'aluminium et le nickel ont une concentration élevée. La présence de l'Al et du Ni (119,69 µg/l et 111,51 µg/l respectivement), dans les lixiviats pourraient être liées à la mise en décharge des objets, tels que les accumulateurs électriques, les boîtes en métal, le PVC etc. Par ailleurs, le métal le plus abondant dans les lixiviats est le fer ; sa concentration moyenne est de 2099,49 µg/l pour les lixiviats prélevés au point E1 présentant un pH basique. Cette teneur élevée du fer dans les lixiviats (1829,15 ±2,82 à 2099,49±12,82 µg/l) de la décharge de Ouèssè-Ouidah est en accord avec celle de la littérature [17], [18]. Cette présence significative du fer pourrait être due essentiellement au pourcentage élevé de la matière fermentescible et du papier carton évacués sur la décharge de Ouèssè-Ouidah, ce qui est en

accord avec la littérature [19]. En effet, le fer représente à peu près 27mg/kg dans la matière fermentescible des déchets et 134 mg/kg dans du papier carton.

Le plomb et le zinc sont les fractions métalliques les plus lessivables dans une décharge, tandis que le chrome, le cuivre, l'arsenic et le nickel sont plus difficilement extractibles des déchets (par ordre décroissant de difficulté) [20]. Ces différences s'expliquent par la solubilité des sulfures, hydroxydes et autres coprecipités, par la composition minéralogique du milieu et les différents modes de complexation. D'autre part, il a été montré que généralement la concentration en métaux lourds dans les lixiviats de décharge est faible, et une partie importante de ces métaux se trouve dans la fraction colloïdale suite à des phénomènes de précipitation [21].

Tableau 5: Corrélation entre la température et les paramètres de pollution organique

Echantillons	DCO en mg/LO ₂	DBO5 en mg/L O ₂	DBO5/DCO	T °C
E1	1161,0 ±14,55	95,8±0,16	0,08±0,01	30,3±0,80
E2	1278,0±16,95	107,0±0,35	0,08±0,02	28,5±0,15

L'examen du tableau 5 montre que les teneurs en DBO5 obtenues sont dues à l'élévation de la température dans la période où les échantillons ont été prélevés. Il a été établi une corrélation entre l'augmentation de la température et la diminution de la DBO5 [1]. En effet, on note un réchauffement des eaux des lixiviats permettant ainsi une intensification de l'activité des bactéries. Celles-ci seront à la base de la dégradation de la matière organique présente dans le percolât.

L'étude du rapport DBO5/DCO permet de caractériser l'âge et l'état de la décomposition des déchets. Il faut rappeler que DBO5/DCO est un rapport qui évolue dans le temps. Il indique le degré de biodégradabilité et donne des informations sur la nature des transformations biochimiques qui se produisent dans la décharge [8]. Ainsi, pour les décharges jeunes ce rapport où l'activité biologique correspond à la phase acide de dégradation anaérobie, atteint la valeur de 0,83. Par contre, pour les anciennes et vieilles décharges, ce rapport décroît jusqu'à 0,05. Pour ces décharges, l'étape de fermentation ultime est atteinte. Ce stade de fermentation anaérobie est caractérisé par la diminution de la DCO et surtout de la DBO5, avec un pH basique [2], [22], [23]. La DBO5 peut même devenir nulle au cours des années. Cette phase est aussi caractérisée par des teneurs importantes en ammonium. Dans le cas de la présente étude (DBO5/DCO = 0,08 pour les deux points E1 et E2), on pourrait dire que le L.E.S. de Ouèssè-Ouidah est une décharge qui tend vers une vieille décharge.

4 CONCLUSION

Afin d'apprécier le degré de pollution des lixiviats du L.E.S. il a été effectué leur caractérisation physicochimique (conductivité électrique et turbidité élevées, forte Salinité et concentration élevée en matière organique et minérale, oxygène dissous faible, DBO5 et DCO dépassant la norme...). L'analyse de la composition en métaux lourds a mis en évidence l'importante charge métallique de ces effluents, dont le fer est le métal le plus prépondérant (2099,49 ±12,82µg/l). Cette étude a permis de mettre en évidence une pollution générée par les lixiviats du L.E.S. de Ouèssè-Ouidah (Sud Bénin). Tous nos résultats nous poussent à émettre l'idée qu'à laquelle une réflexion pour le traitement efficace des lixiviats du lieu d'enfouissement sanitaire de Ouèssè devrait être entreprise afin d'éviter une pollution de la nappe phréatique et des sédiments. Cette hypothèse nous amène à rechercher des méthodes simples et faciles pour le traitement efficace des lixiviats du monde en général et du Benin en particulier.

REFERENCES

- [1] Khattabi H., Lotfi A., Mania J. Evaluation de l'impact des lixiviats d'une décharge d'ordures ménagères sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un ruisseau de Franche Compté. Déchets-Sciences et techniques 24, 1 – 4 (2002).
- [2] Ozanne f., Les lixiviats de décharge, le point des connaissances en 1990. L'eau : Techniques, sciences et méthodes juin 289-312 (1990).
- [3] Lamizana-Diallo M. B., Kenfach S. et Millogo-Rasolodimby J.,. Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau d'un cours d'eau temporaire du Burkina-Faso : le cas de Massili dan le Kadiogo. Sud Sci. Techno (16) :23-38 (2008).
- [4] Plan de l'état des lieux du L.E.S. Direction des services techniques, Mairie de Cotonou, (Juin 2004)
- [5] Beaux, J. F. L'environnement, Repères pratiques. Nathan. 160 (1998).

- [6] Ehrig H-J. Water and elements balances of landfills. Lecture notes in Earth Sciences. P. Baccini, Ed., Springer-verlag, Berlin (1988).
- [7] Rachid HAKKOU La décharge publique de Marrakech : caractérisation des lixiviats, étude de leur impact sur les ressources en eau et essais de leur traitement. Thèse de Doctorat, Université Cadi Ayyad, N° d'ordre : 23 / C271 (2001).
- [8] Kerbachi R. et Belkacemi M., Caractérisation et évolution des lixiviats de la décharge de Oued-Smar à Alger, techniques, Sciences et Méthodes – L'eau, 11, 615-618 (1994).
- [9] Lagier, Etude des macro molécules de lixiviat : Caractérisation et comportement vis-à-vis des métaux. Thèse de Doctorat. N°72 Université de Limoges (2006).
- [10] Christensen T. H., Kjeldsen P., Albrechtsen H-J., Heron G., Neilsen P. H., Bjerg P. L. & Hom. P. E. Attenuation of landfill leachate pollutants in aquifers. Critical Reviews in *Environmental Science & Technology*, 24 (2) 119-202 (1994).
- [11] Chofqi A., Mise en évidence des mécanismes de contamination des eaux souterraines par les lixiviats d'une décharge incontrôlée (El. Jadida-Maroc) : géologie, hydrologie, géoélectrique, Géochimie et Epidémiologie. Thèse Univ. El Jadida, Maroc 250p (2004).
- [12] El Khamlichi M. A., Lakrabni S., Kabbaj M., Jarby E., et Kouhen M., Etude d'impact de la décharge publique d'Akrach (Rabat, Maroc) sur la qualité des ressources en eau. *Revue Marocaine de Génie Civil*, N°68, avril - mai, 17-31 (1997).
- [13] El-Fadel M., Findikakis A. N. & Leckie J. O. Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling. *Journal of Environmental Management* 50 ,1-25 (1997).
- [14] Mertens P., Richelle B., Watelet M. & Wollast A. Audit technique de caractérisation d'une ancienne décharge , composition d'un lixiviat particulier. *TSM-l'eau* 6, 465-470 (1995).
- [15] Mattias B. A., Nilson P., Seasonal changes of leachate production and quality from test cells. J. Envir. Eng. Div. Assce, P 892-900 (1997).
- [16] Tazi H., , Déchets solides : Etude d'impact sur l'environnement (sol, eaux souterraines) et traitement par voies de compostage. Thèse Univ. El Jadida, Maroc, 224p (2001).
- [17] STEPHENS S.-R., ALLOWAY B.-J., CARTER J.-E. & PARKER A., Towards the characterization of heavy metals in dredged canal sediments and an appreciation of availability: two examples from the UK. *Environmental pollution*. vol. 113, pp. 395-401 (2001).
- [18] Clement, in article Tahiri Alaoui Anass (1994).
- [19] Sidi Ould ALOUEIMINE méthodologie de caractérisation des déchets ménagers a Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision (2006).
- [20] Assmuth T. Distribution and attenuation of hazardous substances in uncontrolled solid waste landfills. *Waste Management & Research*, N°. 10, 235-255 (1992).
- [21] Jensen D. L. & Christensen T. H. Colloidal and dissolved metals in leachates from four Danish Landfills. *Wat. Res.* 33 (9) 2139-2147 (1999).
- [22] Robinson H. D., Characterization and treatment of leachates from Hong Kong Landfill sites. J. IWEM, 5, 326-335 (1991).
- [23] Millot N. Les lixiviats de décharge contrôlée , Caractérisation analytique et étude des filières de traitement. Thèse INSA-Lyon-France , 180 pages (1986).

On Fuzzy Semiprime Submodules

Mohammed M. Ali Radman Al-Shamiri

Department of Mathematics and Computer, Faculty of Science, Ibb University, Ibb, Yemen

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

ABSTRACT: In this paper our aim is to extend some notions of ordinary semiprime submodules into fuzzy semiprime. Also we introduce and study new properties of fuzzy semiprime submodules. Several results on fuzzy semiprime submodules are proved.

KEYWORDS: Fuzzy module, fuzzy ring, fuzzy submodule, fuzzy semiprime submodule, fuzzy semiprime ideal.

1 INTRODUCTION

Throughout this paper by R we mean a commutative ring with identity and M is an R -module. A crisp set is defined by dichotomize the individuals into two types - members and non members. Anyone can observe that there exists distinction between the members and non members of the class in the crisp set. In our live the more situations are very often not crisp and deterministic and they cannot be described precisely. And hence, we, do not exhibit this characteristic, where their boundaries seem vague, and the transition from member to nonmember appears gradual not abrupt. For that, some mathematicians introduced notion of fuzzy set which introduces vagueness by remove the sharp boundary dividing members of the class from non members. Such situations are characterized by imprecision cannot be answered about that by yes or no justly. From the among mathematicians, where he is the first, Lotfi A. Zadeh [1] in 1965 introduced the notion of a fuzzy set to treatment the vagueness mathematically by easy abstractness and he gave a certain grade of membership to each member of a given set. This in fact laid the basic of fuzzy set theory. Zadeh has defined a fuzzy set as a characteristic function of a set wherein the degree of membership of an element is more than merely "yes" or "no". It can be defined mathematically by assigning to each possible individual in the universe of discourse a value representing its grade of membership in the fuzzy set. This grade corresponds to the degree which is compatible with the concept represented by the fuzzy set. The membership grades are represented by real number values in the closed interval between 0 and 1. The notion of fuzzy set was applied in algebra as one of the first branches from among various branches of pure mathematics. The first paper was published by A. Rosenfeld[2] in 1971, in which the concepts of fuzzy subgroupoid and fuzzy subgroups were introduced. In 1979 J.M. Anthony and H. Sherwood[3] are studied in new notion fuzzy subgroup and some results of Rosenfeld. W. J. Liu[4] introduced the notions of fuzzy normal subgroup, fuzzy subring and the product of fuzzy sets. Liu[5] introduced the notion of a fuzzy ideal of a ring. N. Kuroki[6] demonstrated the utility of the notion of the fuzzy set in the more general setting of semigroups. S. Nanda[7] introduced concepts of fuzzy fields and fuzzy linear spaces. In fuzzifying of concepts of abstract algebra many researchers have been coproduced In its notions as J. N. Mordeson, D. S. Malik, M. M. Zahedi, M. Das, M. K Chakraborty, B. B. Makamba, V. Murali, A. K. Katsaras, D. B. Liu, M. Asaad, P.S. Das, N. P. Mukherjee, P. Bhattacharya, F. I. Sidky, M. A. Mishref, and M. Akhul, T. K. Mukherjee, M. K. Sen, V. N. Dixit, N. Ajmal, R. Kumar And contributed a lot of them to the theory of fuzzy algebraic structures. The concept of fuzzy modules and L -modules were introduced by Negoita and Ralescu [8] and Mashinchi and Zahedi [9] respectively. Subsequently they were further studied by Golan[10], Muganda [11], Pan [12-13-14-15], Zahedi and Ameri[16-17-18-19]. Until now there is many papers are published in the field of fuzzy set, we in this paper shall we contribute by introduce some notions in fuzzy semi prime and some related concepts, continuously on my paper "prime fuzzy submodule and primary fuzzy submodule" which was published by IJCST, 6-2, 2015.

Definition 1.1[1] Let M be a non-empty set and let I be the closed interval $[0, 1]$. A fuzzy set μ in M (a fuzzy subset μ of M) is a function from M to I .

Definition 1.2[1] A fuzzy set μ of a set M is called constant if $\mu(x) = t$ for all $x \in M$, where $t \in [0, 1]$.

Definition 1.3[1] Let μ be a fuzzy set in M . μ is called an empty set denoted by $\emptyset$ if and only if $\mu(x) = 0$ for all $x \in M$.

Definition 1.4[20] Let $x_t : M \rightarrow [0, 1]$ be a fuzzy set in M , where $x \in M$, $t \in [0, 1]$, defined by:

$$x_t(y) = \begin{cases} t & \text{if } x = y \\ 0 & \text{if } x \neq y \end{cases}$$

For all $y \in M$, x_t is called a fuzzy singleton or fuzzy point in M . If $x = 0$ and $t = 1$, then:

$$O_1(y) = \begin{cases} 1 & \text{if } y = 0 \\ 0 & \text{if } y \neq 0 \end{cases}$$

$x_t \subseteq \mu$ if and only if $x_t(y) \leq \mu(y)$, for all $y \in M$ and if $t > 0$, then $\mu(x) \geq t$. If x_t and y_s fuzzy singletons, then $x_t + y_s = (x + y)_l$ and $x_t \circ y_s = (x \cdot y)_l$, where $l = \min\{t, s\}$

Definition 1.5[2] Let $(G, \cdot)$ be a group and μ be a fuzzy set in G then μ is called a fuzzy group in G if for each $x, y \in G$:

$$\mu(x \cdot y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

$$\mu(x) = \mu(x^{-1}).$$

A fuzzy subgroup of a fuzzy group μ is a fuzzy group λ satisfying $\lambda(x) \leq \mu(x) \quad \forall x \in G$.

Definition 1.6[21] Let $(R, +, \cdot)$ be a ring and μ be a fuzzy set in R , then μ is called fuzzy ring in a ring $(R, +, \cdot)$ if for each $x, y \in R$:

$$\mu(x + y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

$$\mu(x) = \mu(x^{-1}).$$

$$\mu(x \cdot y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

A fuzzy subring of a fuzzy ring μ is a fuzzy ring λ satisfying $\lambda(x) \leq \mu(x) \quad \forall x \in R$.

Definition 1.7[20],[22] A fuzzy set μ in a ring R is called a fuzzy left(right) ideal of the ring R if for each $x, y \in R$:

$$\mu(x - y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

$$\mu(xy) \geq \mu(y) \quad [\mu(xy) \geq \mu(x)].$$

In [23] when R is a commutative, Bhambri.S.K., Kumar R. and Kumar P introduced the definition:

Definition 1.8[23] A fuzzy set μ in a commutative ring R is called a fuzzy ideal of the ring R if for each $x, y \in R$:

$$\mu(x - y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

$$\mu(xy) \geq \max\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

Definition 1.9[24-25] Let R be a ring and let M be a left R -module. A fuzzy set μ in M is called a fuzzy left R -module if for each $x, y \in M$ and $r \in R$:

$$\mu(x - y) \geq \min\{\mu(x), \mu(y)\}.$$

$$\mu(rx) \geq \mu(x).$$

$$\mu(0) = 1 \quad (0 \text{ the zero element of } M).$$

Definition 1.10[26-27-28] Let μ, λ be two fuzzy subsets of M , and let r be any element of R , define $\mu + \lambda, r\mu$ of M as follows: for each $x \in M$.

$$(\mu + \lambda)(x) = \sup\{\min\{\mu(a) + \lambda(b)\} : x = a + b\} \text{ for each } a, b \in M.$$

$$(r\mu)(x) = \begin{cases} \sup\{\mu(a) : x = ra, a \in M\} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Definition 1.11[29] Let μ be a fuzzy subsets of a ring R , and λ be a fuzzy subset of an R -module M . For every $x \in M$ define $(\mu\lambda)(x) = \sup\{\inf\{\mu(r_1), \mu(r_2), \dots, \mu(r_k), \lambda(x_1), \lambda(x_2), \dots, \lambda(x_k)\}\}$ where $r_i \in R$ and $x_i \in M$.

Proposition 1.1[29] Let μ and λ be fuzzy ideals of a ring R and let ρ and θ be fuzzy submodules of a fuzzy module A of an R – module M . Then the followings are satisfied.

$\mu + \lambda$ is a fuzzy ideal of R ,

$\rho + \theta$ is a fuzzy submodule of M ,

$\mu\lambda$ is a fuzzy ideal of R ,

$\mu\rho$ is a fuzzy submodule of M ,

$(\mu + \lambda)\rho = \mu\rho + \lambda\rho$,

$(\mu\lambda)\rho = \mu(\lambda\rho)$.

Definition 1.12[1] Let μ and λ be fuzzy submodules of a fuzzy module A of an R – module M . The residual of μ and λ denoted by $[\mu: \lambda]$ is the fuzzy subset of R defined by:

$[\mu: \lambda] = \sup\{t \in [0,1]: r_t\lambda \subseteq \mu\}$ for all $r \in R$ that is:

$[\mu: \lambda] = \{r_t: r_t\lambda \subseteq \mu\}$, r_t is a fuzzy singleton of R . If $\lambda = (x_k)$, then;

$[\mu: (x_k)] = \{r_t: r_tx_k \subseteq \mu\}$, r_t is a fuzzy singleton of R .

Here we mention the equivalent definition and it is very clear to showing the equivalence between the two definitions.

Definition 1.13[30] For $\mu, \nu \in I^M$ and $\alpha \in I^R$ define the residual quotient $[\mu: \nu] \in I^R$ and $[\mu: \alpha] \in I^M$ as follows :

$[\mu: \nu] = \bigcup\{\eta: \eta \in I^R, \eta.\nu \subseteq \mu\}$

$[\mu: \alpha] = \bigcup\{\sigma: \sigma \in I^M, \alpha.\sigma \subseteq \mu\}$

Theorem 1.1[30] Let $\mu, \nu \in I^M$ and $\alpha \in I^R$. Then

$[\mu: \nu].\nu \subseteq \mu$.

$\alpha.[\mu: \alpha] \subseteq \mu$.

$\alpha.\nu \subseteq \mu \Leftrightarrow \alpha \subseteq [\mu: \nu] \Leftrightarrow \nu \subseteq [\mu: \alpha]$

Proposition 1.2[1] Let μ and λ be fuzzy submodules of a fuzzy module A of an R – module M , then $[\mu: \lambda]$ is a fuzzy ideal of R .

Definition 1.14[31]: Let A be a fuzzy module of an R – module M and μ be a proper fuzzy submodule of A . Then μ is called a prime fuzzy submodule of a fuzzy module A if $r_tx_k \subseteq \mu$ for fuzzy singleton r_t of R and $x_k \subseteq A$, then either $r_t \subseteq [\mu: A]$ or $x_k \subseteq \mu$.

Definition 1.15[9] A fuzzy submodule μ of a fuzzy module A is called a primary fuzzy submodule if for each $r_tx_k \subseteq \mu$, then either $x_k \subseteq \mu$ or $r_t^n \in [\mu: A]$ for some $n \in \mathbb{Z}^+$ where r_t is a fuzzy singleton of R and $x_k \subseteq A$.

Proposition 1.3[31] If R is an R – module and A is a fuzzy module of an R – module R . Then I is a prime fuzzy ideal in R if and only if I is a prime fuzzy submodule of a fuzzy module A of an R – module R .

Proposition 1.4[31] If μ is a prime fuzzy submodule of a fuzzy module A of an R – module M , then $[\mu: A]$ is a prime.

Definition 1.16 [32] If μ is a non constant fuzzy ideal in R . Then μ is fuzzy semiprime ideal of R if for any fuzzy ideal θ of R , $\theta \circ \theta \subseteq \mu$ implies that $\theta \subseteq \mu$.

Definition 1.17 [33] A fuzzy ideal of a commutative ring R is called fuzzy semiprime if and only if $\mu(x^2) = \mu(x) \forall x \in R$

Definition 1.18[34] let μ be a proper fuzzy submodule of a fuzzy module A of an R – module M , then μ is a fuzzy semiprime of A if and only if $\forall r \in R$ and $\forall x_l \subseteq A$ such that $r_t^2 x_l \subseteq \mu$ then $r_t x_l \subseteq \mu$, $t, l \in [0,1]$.

Definition 1.19[35] An R – module M is called fuzzy multiplication module if and only if for every fuzzy submodule μ of M , there exists a fuzzy ideal σ of R such that $\mu = \sigma 1_M$ where $1_m(a) = 1$ for every $a \in M$.

We introduced the definition of fuzzy multiplication module as general case as follows:

Definition 1.20 A fuzzy module A of an R – module M is called a fuzzy multiplication module if and only if for every fuzzy submodule μ of A , there exists a fuzzy ideal σ of R such that $\mu = \sigma A$.

2 MAIN RESULTS

Theorem 2.1: Every fuzzy prime submodule is a fuzzy semiprime submodule of a fuzzy module A of an R –module M .

Proof: Let μ be a fuzzy prime submodule and let $r \in R, x_l \in A$ such that $r_t^2 x_l \subseteq \mu$. Since μ is fuzzy prime submodule than $r_t x_l \subseteq \mu$ or $r_t^2 \subseteq [\mu : A]$. If $x_l \subseteq \mu$ than $r_t x_l \subseteq \mu$ and if $r_t^2 \subseteq [\mu : A]$ we have got $r_t \subseteq [\mu : A]$ because $[\mu : A]$ is a prime ideal (by proposition 1.5), this means $r_t A \subseteq \mu$ and this implies that $r_t x_l \subseteq \mu$.

The converse is not true in general, for example:

Let $z = R$ and let $A: M \rightarrow [0,1]$ defined by $A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in 12z \\ \frac{1}{2} & \text{if } x \in 6z - 12z \\ \frac{1}{3} & \text{otherwise} \end{cases}$ A is a fuzzy module of an z -module z .

And define $\mu: M \rightarrow [0,1]$ by

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in \{0\} \\ \frac{1}{2} & \text{if } x \in 6z - \{0\} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \mu \text{ is a fuzzy submodule of } A.$$

μ is fuzzy semiprime submodule of A , since $\mu_0 = Z, \mu_{\frac{1}{2}} = 6Z$ and $\mu_t = \{0\}$ if $t > \frac{1}{2}$.

But μ is not fuzzy prime submodule. Since $\frac{5}{3} \cdot \frac{6}{3} = 30 \frac{1}{3} \subseteq \mu, \frac{6}{3} \not\subseteq \mu, \frac{5}{3} \not\subseteq [\mu : A]$ this mean $\frac{5}{3}A \not\subseteq \mu$ since $3 \frac{1}{4} \subseteq A$ but $\frac{5}{3} \cdot 3 \frac{1}{4} = 15 \frac{1}{4} \not\subseteq \mu$.

Theorem 2.2: Let μ be a proper fuzzy submodule of a fuzzy module A of an R –module M . Then the following statements are equivalents :

- a- μ is a fuzzy semi prime submodule of a fuzzy module A of an R –module M .
- b- The fuzzy ideal $[\mu : \lambda]$ is fuzzy semiprime for all fuzzy submodule λ contains μ properly.
- c- The fuzzy ideal $[\mu : \langle x_t \rangle]$ is fuzzy simeprime for all $x_t \subseteq A; x_t \not\subseteq \mu$.

Proof: (a $\Rightarrow$ b)

It is clear that the fuzzy ideal $[\mu : \lambda]$ is properly in R for all fuzzy submodule λ of a fuzzy module A of an R –module M contains μ properly. Now let $r_t \subseteq \sqrt{[\mu : \lambda]}$, and hence there exists positive integer n such that $r_t^n \subseteq [\mu : \lambda]$ this means $r_t^n \lambda \subseteq \mu$ and this means also $r_t^n x_l \subseteq \mu$ where $x_l \subseteq \lambda$. But μ is a fuzzy semiprime submodule, therefore $r_t x_l \subseteq \mu$, and hence $r_t \subseteq [\mu : \lambda]$ from this we observe that $\sqrt{[\mu : \lambda]} \subseteq [\mu : \lambda]$, and we known that $[\mu : \lambda] \subseteq \sqrt{[\mu : \lambda]}$ this implies $[\mu : \lambda] = \sqrt{[\mu : \lambda]}$, therefore $[\mu : \lambda]$ is a fuzzy semiprime ideal in R for all fuzzy submodule λ of a fuzzy module A contains μ properly.

(b $\Rightarrow$ c)

Let $x_l \subseteq A; x_l \not\subseteq \mu$ it is observe that the fuzzy ideal $[\mu : \langle x_l \rangle]$ is properly in R . suppose $r_t \subseteq \sqrt{[\mu : \langle x_l \rangle]}$ therefore there exists a positive integer n such that $r_t^n \subseteq [\mu : \langle x_l \rangle]$. But $\mu \subsetneq \mu + \langle x_l \rangle$. It is clear that $r_t^n \subseteq [\mu : \mu + \langle x_l \rangle]$ by b we get $r_t \subseteq [\mu : \mu + \langle x_l \rangle]$ and here $r_t \subseteq [\mu : \langle x_l \rangle]$ and this implies that $\sqrt{[\mu : \langle x_l \rangle]} \subseteq [\mu : \langle x_l \rangle]$, since $[\mu : \langle x_l \rangle] \subseteq \sqrt{[\mu : \langle x_l \rangle]}$.

Thus $[\mu : \langle x_l \rangle] = \sqrt{[\mu : \langle x_l \rangle]}$ and the ideal $[\mu : \langle x_l \rangle]$ fuzzy semiprime ideal in R for all $x_l \subseteq A, x_l \not\subseteq \mu$.

(c $\Rightarrow$ a)

Let $r \in R, x_l \in A$ such that $r_t^2 x_l \subseteq \mu$. If $x_l \subseteq \mu$ then $r_t x_l \subseteq \mu$ suppose $x_l \not\subseteq \mu$. Since $r_t^2 \subseteq [\mu : \langle x_l \rangle]$ and by c we get $r_t \subseteq [\mu : \langle x_l \rangle]$ this means $r_t x_l \subseteq \mu$ and therefore the proper fuzzy submodule μ is semiprime fuzzy module A of an R –module M .

From the theorem above we get

Corollary 2.1 : If μ is a fuzzy semiprime submodule of a fuzzy module A of an R -module M , then $[\mu : A]$ is a fuzzy semiprime ideal in R .

Remark 2.1: The converse of this corollary is not true in general for example:

Let $M = Z \oplus Z$ as a Z -module, let $A: M \rightarrow [0,1]$, $\mu: M \rightarrow [0,1]$ defined by:

$$A(a, b) = 1 \quad \forall (a, b) \in Z \oplus Z$$

$$\mu(a, b) = \begin{cases} 1 & \text{if } (a, b) \in 4Z \oplus \langle 0 \rangle \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{it is clear that } A \text{ is a fuzzy module of } M \text{ and } \mu \text{ is a fuzzy submodule of } A. \text{ Since}$$

$[\mu_t: A_t] = [4Z \oplus \langle 0 \rangle: Z \oplus Z] = \langle 0 \rangle$ for all $t > 0$. Hence $[\mu: A]_t = \langle 0 \rangle$ and $[\mu: A](r) = \begin{cases} 1 & \text{if } r \in \langle 0 \rangle \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} = 0_1$, which can be easily a fuzzy semiprime ideal in Z . But μ is not fuzzy semiprime submodule of A . Since $\frac{2}{2}(1,0)_{\frac{1}{2}} = (4,0)_{\frac{1}{2}} \subseteq \mu$ but $\frac{2}{2}(1,0)_{\frac{1}{2}} = (2,0)_{\frac{1}{2}} \not\subseteq \mu$.

Proposition 2.1 : If μ is a fuzzy primary submodule of a fuzzy module A , then the fuzzy ideal $[\mu: A]$ is fuzzy semiprime ideal in R if and only if μ is a fuzzy prime submodule in A .

Proof: Let μ be a fuzzy primary submodule of A and $[\mu: A]$ be a fuzzy semiprime ideal in R . and let $r \in R, x_l \subseteq A$ such that $r_t x_l \subseteq \mu$. Suppose that $x_l \subseteq \mu$, since μ is a fuzzy primary submodule then $r_t \subseteq \sqrt{[\mu: A]}$ but $[\mu: A]$ is a fuzzy semiprime ideal in R , then $r_t \subseteq [\mu: A]$ this means μ is a fuzzy prime submodule of A .

The second direction immediately from corollary 2.1.

Corollary 2.2: If μ is a fuzzy primary submodule of a fuzzy module A of an R -module M , then the fuzzy ideal $[\mu: A]$ is fuzzy semiprime ideal in R if and only if μ is a fuzzy semiprime of a fuzzy module A .

Proof: immediately from corollary 2.1, Proposition 2.1 and theorem 2.1.

Theorem 2.3: Let μ be a fuzzy submodule of a fuzzy multiplication Module A , then If μ is a fuzzy semiprime submodule of A if and only if the fuzzy ideal $[\mu: A]$ is a fuzzy semiprime ideal in R .

Proof: Suppose the fuzzy ideal $[\mu: A]$ is a fuzzy semiprime ideal in R , then it is proper fuzzy ideal in R , and hence μ is a proper fuzzy submodule of A . Now let $r \in R, x_l \subseteq A, t, l \in [0,1]$ such that $r_t x_l \subseteq \mu$. Since A a fuzzy multiplication module then $[\langle x_l \rangle: A]A = \langle x_l \rangle$ where $\langle x_l \rangle$ is the fuzzy submodule of A generated by x_l and hence $x_l = r_{t_1} m_{s_1} + r_{t_2} m_{s_2} + \dots + r_{t_n} m_{s_n}$, $r_{t_i} [\langle x_l \rangle: A], m_{s_i} \subseteq A, i = 1, 2, \dots, n$, but $r_t^2 r_{t_i}^2 \subseteq [\langle x_l \rangle: A] \subseteq [\mu: A], \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$ and hence $r_t x_l = r_t r_{t_1} m_{s_1} + r_t r_{t_2} m_{s_2} + \dots + r_t r_{t_n} m_{s_n} \subseteq \mu$, and this means μ is a fuzzy semiprime submodule of A .

The second direction immediately from corollary 2.1.

Now we introduce the condition to become the converse of theorem 2.1 is true before that we give the definition of fuzzy irreducible submodule.

Definition 2.1: let μ be a fuzzy submodule of a fuzzy module A of R -module M . thus μ is called fuzzy irreducible submodule if for all two fuzzy submodule λ_1 and λ_2 such that $\lambda_1 \cap \lambda_2 = \mu$ then $\lambda_1 = \mu$ or $\lambda_2 = \mu$ otherwise μ is called reducible.

Theorem 2.4: let μ be a fuzzy irreducible submodule of fuzzy module A an R -module M . μ is a fuzzy semiprime submodule if and only if μ is a fuzzy prime

Proof:- To sufficient to prove that if μ is fuzzy irreducible submodule and semiprime of A then μ

is prime. Suppose μ is not fuzzy prime this mean there exists $r \in R$ and $x_l \subseteq A$ such that $r_t x_l \subseteq \mu$ and $x_l \not\subseteq \mu$ and $r_t \not\subseteq [\mu: A]$, since $r_t \not\subseteq [\mu: A]$, then there exists $w_s \subseteq A$ such that $r_t w_s \not\subseteq \mu$. We claim that $\lambda_1 \cap \lambda_2 = \mu$ where $\lambda_1 = \mu + \langle r_t w_s \rangle, \lambda_2 = \mu + \langle r_t w_s \rangle$ for that let $y_p \subseteq \lambda_1 \cap \lambda_2$, this means $y_p \subseteq \mu + \langle x_l \rangle$ and $y_p \subseteq \mu + \langle x_l \rangle$, therefore, there exists $q_f, z_u \subseteq A, a, b \in R$ such that $y_p = q_f + a_d r_t w_s = z_u + b_c x_l$ this implies $z_u - q_f + b_c x_l = a_d r_t^2 w_s$ and hence $r_t z_u - r_t q_f + r_t b_c x_l = a_d r_t^2 w_s$ and here $a_d r_t^2 w_s \subseteq \mu$ but μ is fuzzy semiprime submodule this implies $q_f + a_d r_t w_s \subseteq \mu$ and hence we get $q_f + a_d r_t w_s \subseteq \mu$ this means $y_p \subseteq \mu$ and thus $\lambda_1 \cap \lambda_2 \subseteq \mu$, it is observe that, $\mu \subseteq \lambda_1 \cap \lambda_2$, this means $\mu = \lambda_1 \cap \lambda_2$, but this contradiction with μ is fuzzy irreducible submodule, this proved μ is fuzzy prime.

Theorem 2.5: If μ is a fuzzy semiprime of a fuzzy module A of an R -module M and λ fuzzy submodule of A such that $\lambda \not\subseteq \mu$. Then the fuzzy submodule $\lambda \cap \mu$ is a fuzzy semiprime of a fuzzy module A of an R -module M and λ fuzzy submodule of A such that $\lambda \not\subseteq \mu$, then the fuzzy submodule in $\lambda \cap \mu$ is a fuzzy semiprime submodule in λ .

Proof: Since $\lambda \not\subseteq \mu$ then the fuzzy submodule $\lambda \cap \mu$ properly in λ , now let $r \in R, x_l \subseteq \lambda$ such that $r_t^2 x_l \subseteq \lambda \cap \mu$ and hence $r_t^2 x_l \subseteq \mu$ and $r_t^2 x_l \subseteq \lambda$ but $x_l \subseteq \lambda$ then $r_t x_l \subseteq \lambda$ and since μ is a fuzzy semiprime in A then $r_t x_l \subseteq \mu$ by this we have get $r_t x_l \subseteq \lambda \cap \mu$ this means the $\lambda \cap \mu$ is a fuzzy semiprime submodule in λ .

Theorem2.6: let μ be a fuzzy submodule of a fuzzy module A of an R –module M . If μ is an intersection of fuzzy prime submodules then the fuzzy submodule μ of a fuzzy module A is a fuzzy semiprime submodule of A .

Proof: Let $\mu = \bigcap_{i \in I} \lambda_i$ such that λ_i fuzzy prime submodule of $A \forall i \in I$. Now let $r \in R, x_l \subseteq A$ such that $r_t^2 x_l \subseteq \mu$ therefor $r_t^2 x_l \subseteq \bigcap_{i \in I} \lambda_i$ and $\forall i, r_t^2 x_l \subseteq \lambda_i$, but λ_i is fuzzy prime submodule of A , then either $x_l \subseteq \lambda_i$ or $r_t^2 \subseteq [\lambda_i: A]$. In the case $x_l \subseteq \lambda_1$ then $r_t x_l \subseteq \lambda_i$ and in the case $r_t^2 \subseteq [\lambda_i: A]$ then $r_t \subseteq [\lambda_i: A]$ because $[\lambda_i: A]$ is a fuzzy prime submodule. Hence in the two cases we get $\forall i \in I, r_t x_l \subseteq \lambda_i$ and therefore $r_t x_l \subseteq \bigcap_{i \in I} \lambda_i = \mu$, this means μ is a fuzzy semiprime submodule.

REFERENCES

- [1] Zadeh, L.A., "Fuzzy sets". Inf. Control, Vol. 8, 1965 pp. 338-353.
- [2] Rosenfeld, A., "Fuzzy groups". J. Math. Anal. Appl. Vol.35, 1971, pp: 512-517.
- [3] Anthony J.M. and H. Sherwood. Fuzzy group redefined. J1. Math. Anal. Appl. Vol.69, 1979, pp: 124-130.
- [4] Liu, W. J, Fuzzy Invariant Subgroups and Fuzzy Ideals, Fuzzy Set and Systems. Vol. 8, pp. 133-139, 1982.
- [5] Liu W. J. Operations on fuzzy ideals. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 11, pp. 31-41, 1983.
- [6] Kuroki N. On fuzzy ideals and fuzzy bi-ideals in semigroups. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 5, pp.203-215, 1981.
- [7] Nanda S. Fuzzy fields and fuzzy linear spaces. Fuzzy Sets and Systems, Vol.19, pp. 89 -94, 1986.
- [8] Negoita C.V. and D.A. Ralescu. Applications of Fuzzy Sets and System Analysis. Birkhauser, Basel, 1975.
- [9] Mashinchi M and Zahedi M.M., On L-Fuzzy Primary submodules, Fuzzy sets and system, Vol. 49, pp. 231-236, 1992.
- [10] Golan J. S.. Making modules fuzzy. Fuzzy Sets and Systems, Vol.32, pp.91-94, 1989.
- [11] Muganda G. C. Free fuzzy modules and their bases. Inform. Sci., Vol.72, pp.65-82, 1993.
- [12] Pan F. Exact sequences of fuzzy linear maps. Fuzzy Sets and Systems, Vol.27, pp. 317-325, 1988.
- [13] Pan F. Fuzzy finitely generated modules. Fuzzy Sets and Systems, Vol.21, pp. 105-113, 1987.
- [14] Pan F. Fuzzy quotient modules. Fuzzy Sets and Systems, Vol.28, pp. 85-90, 1988.
- [15] Pan F. The various structures of fuzzy quotient modules. Fuzzy Sets and Systems, Vol.50, pp. 178-192, 1992.
- [16] Zahedi M.M. and A. Ameri. On fuzzy projective and injective modules. J1. Fuzzy Math., pp.181-193, 1995.
- [17] Zahedi M.M. On L-fuzzy residual quotient modules and π -primary submodules. Fuzzy Sets and Systems, Vol.51, pp. 333-344, 1992.
- [18] Zahedi. M.M. Some results on L-fuzzy modules. Fuzzy Sets and Systems, Vol.55, pp., 355 -361, 1993.
- [19] Zahedi M.M. and A. Amen. Fuzzy exact sequences in category of fuzzy modules. J1. Fuzzy Math., Vol.2 No.2, pp. 409-424, 1994.
- [20] Zahedi M. M., On L-fuzzy Residual Quotient modules and P-Primary submodules, Fuzzy sets and system, Vol. 51, pp. 333-344, 1992.
- [21] Nanda, S., Fuzzy Modules over fuzzy rings, Bull. Col. Math. Soc. Vol.81, pp. 197-200 1989.
- [22] Martinez, L., Fuzzy subgroups of fuzzy groups and fuzzy ideal of rings, J. Fuzzy Math. Vol.3, pp. 833-849, 1995.
- [23] Bhambri. S. K., Kumar R. and Kumar P., On fuzzy Primary submodules. , Bull. Col. Math. Soc. Vol.86, pp. 445-452, 1994.
- [24] Zheng Pan, Fu., Fuzzy Finitely generated Modules, Fuzzy sets and systems, Vol.21, pp. 105-113, 1987.
- [25] Zheng Pan, Fu., Fuzzy Finitely Value Distribution of Fuzzy Vector spaces and fuzzy Modules, Fuzzy sets and systems, Vol.55, pp. 319-322, 1993.
- [26] Jianli. Z, Kaiquan S, Mingshan Y. "Fuzzy Modules Over Fuzzy Rings" J. Fuzzy. Math. Vol., pp.1, 531-539, 1993.
- [27] Kumar, R. Bhambri S. K and Kumar P. "Fuzzy Submodules :Some analogues and Deviations" Fuzzy Sets and Systems. Vol. 70, pp. 125-130, 1995.
- [28] Martinez, L., Fuzzy modules over fuzzy rings in connection with fuzzy ideal of fuzzy ring, J. Fuzzy Math., Vol.4, pp. 843-857, 1996.
- [29] Dong Soo Lee, Chul Hwan Park., On Fuzzy Prime Submodules of Fuzzy Multiplication Modules, East Asian Mathematical Journal, Vol.27, pp.75-82, 2011.
- [30] Modeson J.N. and Malik D.S., Fuzzy commutative Algebra, Word Scientific Publishing Co., 1998.
- [31] Abou- Draeb A. T., Al-Zreagawi Badr Al-Duja Yaseen Khudhair, Prime Fuzzy Submodules and Strongly Prime Fuzzy Submodules Over Near-ring, Journal of Babylon Univ. Pure and Applied Science, Vol.22, No. 3, 2014, pp. 984-996.
- [32] Zahedi M.M., A note on L-fuzzy primary and semiprime ideals, Fuzzy Sets and System Vol.51, 1992, pp:243-247.
- [33] Kumbhajkar, M.S. Bapat, On semiprime fuzzy ideals, Fuzzy Sets and System Vol. 60, 1993, 219-223.
- [34] Hadi, I.M.A, Semiprime Fuzzy Submodules of Fuzzy Modules, Ibn Al-Haitham j. of Pure and Appl. Sci., Vol. 17, No. 3, 2004, pp: 112-123.
- [35] Dong Soo Lee And Chul Hwan Park, On fuzzy prime submodules of fuzzy multiplication modules," East Asian Mathematical journal" Vol.27, 2011, No.1, pp:75-82.

A Conspicuous Survey of Green Computing Environmental Impact

Muhammad Irfan¹, Jalil Abbas¹, Syed Muqsit Shaheed², and Muhammad Sajid Nadeem³

¹Department of Computer Science & IT,
Govt. College University Faisalabad (Layyah Campus),
Layyah, Punjab, Pakistan

²Department of Computer Science & IT,
University of Lahore, Gujarat Campus,
Gujarat, Punjab, Pakistan

³Department of Computer Science & IT,
Beacon House National University,
Lahore, Punjab, Pakistan

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

ABSTRACT: As rise in the cost and crises of energy, environmental behaviors pay immense attention to green computing approach to cope with the issues of energy crises. The goal of green computing is to sustain the environment eco-friendly and to make the system energy efficient. Green computing holds the field of computing as well as electronic component. Green computing is used to reduce the harmful use of computing and its relevant loss of energy and its impact on environment. Manufacturing, design, uses and implements the structure of computer in the global issue in the current generation. To solve this type of issues green computing is backbone in the field of computing. To prevent the waste use of energy consumption and carbon emission, an origin of green and safe computing is formulated application for green computing and analyzed for future impact. Green computing refers to supporting business essential computing system with least feasible amount of power or sustainable computing environment, conditions, energy efficiency and performance. The computer is not used only in offices but, everywhere such as in domestic and public. The approach as the healthy use of computers widely, provides the basic principle against the term drain away type of energy consumption. Through the development of programming codes which uses hardware, the goal can be achieved and green computing we can reduce resource consumptions and disposal of electronic waste that has impacts on the health. The goal of green computing is similar to green chemistry that reduces the use of hazardous material. This research conveys a survey to energy and health crises because of the computer systems, and introduces some better precautions to deal with the issues.

KEYWORDS: Cost, Crises, Energy, Health, Issues.

1 BACKGROUND

Current trend of green computing is the study of design, building, operating the computer system to provide energy efficiency. Basic idea of green computing starts by the US environment protection agency named Star Energy Program. The agency on environmental protection adopts the techniques which defends the environment and salvage the energy resources. Later on, this idea is incorporated in Asia as well as Europe. Green computing is a technology, which is intended to minimize negative impacts with sufficient and efficient use of electronics devices. Efficient computers systems play a vital role in suitable environment. The energy efficient system and factor design is the popular strategy of green computing. Some practices should be employed in domestic and public use of computer, which support green computing. There are some functions in computer provided by an operating system (OS) such as sleep and hibernate when a user is not interacting or

even when the computer is inactive. The way to meet the requirement of green environment using green computing computers should be completely power off at night and the purchase of refurbished unit is to be considered as instead of new one. The local guidelines for the disposal of waste equipment safely and with responsibility play a vital role in making environment healthy.

With the new computer is doing every day, old computers are discarded - a lot of e-waste is created. This is something that will continue, because there is still room for considerable progress to be made in this area. When we put our old computers to buy new, we just add e-waste. No trash in real life, we can dump e-waste, so that they disappear completely. Electronic waste incineration produces harmful gases. As we do we protect our environment tree planting, recycling and other components, we have to look at waste reduction, especially e-waste, which is what comes with the computer green. Green computing seems a bit contradictory. The reason behind the statement is use of computer makes the environment hazardous. To monitor the radiation that computer generates, may cause serious health hazards, especially proven the long exposure. Modern science has created a synthetic issue with long lasting effects. No doubt, computer system makes the world fascinating and provides a number of facilities but the intensive use of chips and circuits bring negative effects and the consumption of energy make the environment polluted and unhealthy.

While the new technology industry continues to drive efficiency in IT infrastructure, general environmental quality metrics must be included in IT infrastructure, architecture and every part of the continued commitment of all levels of all infrastructure needs than general product sourcing strategy. Environmental impact and energy consumption is rapidly becoming a key IT infrastructure systems quality design considerations. When this happens, it will be very important to understand sustainable solutions architect of this new environmental quality, in the analysis of the future and success, have documented a systematic pattern and design [1].

Huge range of information technology to explore and develop new equipment in every passing days, the 21st century may be marked appropriately Gadgets and Gizmos century. The term green computing refers to the use energy wisely and efficiently, resulting in degradation of environmental resources. In recent years, this approach has already attracted great attention from educational institutions, environmental organizations and the business and commercial sectors. In the current trend, going green has become a public relations agenda and reduce costs of IT industry [2].

The energy consumption in large enterprises is getting high in values; this is why the green computing approach is achieving the pinnacles of research. The energy consumption due to digital devices most preferring the computer system is dangerous; they are more consumptive when they are performing the complex computation. The work answers the question which highlights the replacement of desktop computer to laptops. These are good practices to achieve Green IT initiatives. Everyone should be an IT innovation and culture change from green to save mankind from environmental pollution [3].

The progress in development of social and informative systems leads the use computer systems extensive all around the world. The impact of computer system on environment is now prominent, because the problems faced in energy and ethics are similar to giant. The green approach deals efficient and sufficient consumption of energy and environmental protection. The purpose of the green computing is to permute the economics satiability and the use of best resources to overcome on that. Stop that martial use in the component of the computers and relevant devices on the base of its structure [4]. To gain the benefits of green approach it is necessary to be aware and control loss of energy to save budget [5].

Green computing represents a responsible way to take green computing, business leaders can promote environmental management and protection of the environment while reducing energy and paper costs, in order to cope with global warming. Therefore, green computing is an attitude that asks how we can meet the growing demand for network computing and does not put pressure on the environment [6]. Effectively improve the energy efficiency of green computing, will be able to simultaneously help mitigate the growth rate of total energy use and reduce energy use in IT business through the proportion in all industries. Although highly significant, green computing has not yet attracted enough attention, enough to penetrate deep into local government or people's daily lives. The Government should strengthen the use of green computing IT business solutions. The residents should also apply to green computing technology / methodology to its domestic computer [7].

2 MATERIAL AND METHODS

This paper is an attempt to figure out the awareness of green computing among the students of Government college University Faisalabad (Layyah Campus) - Pakistan. To achieve the result, a 25 items questionnaire was prepared and distributed to students of the university. 100% students as sample were selected for this survey. The students belong to department of computer science and their ages are different.

Age: Selected student ages in this survey are 20 to 25.

Gender: 65% male and 35% female are selected in this survey.

Degree: Student have different degree MCS, BSCS

The questions and the responses of the students for the given questionnaire are given below:

1. How much time do you spend on computer?

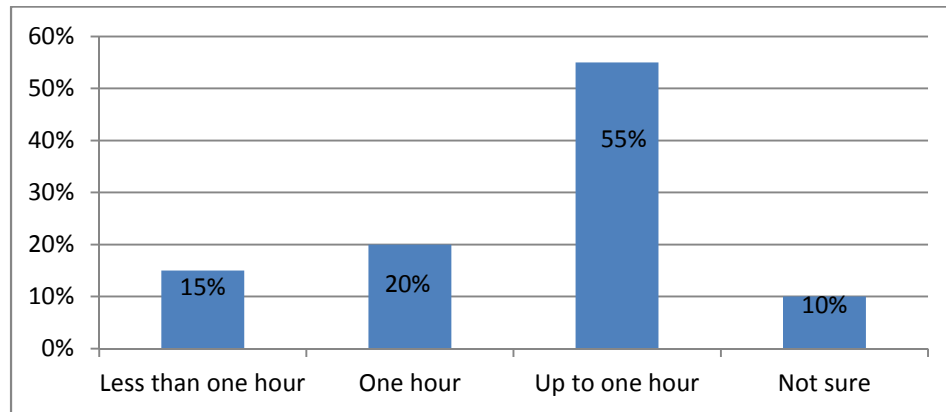


Figure: 2.1

2. Which computer devices do you ever use?

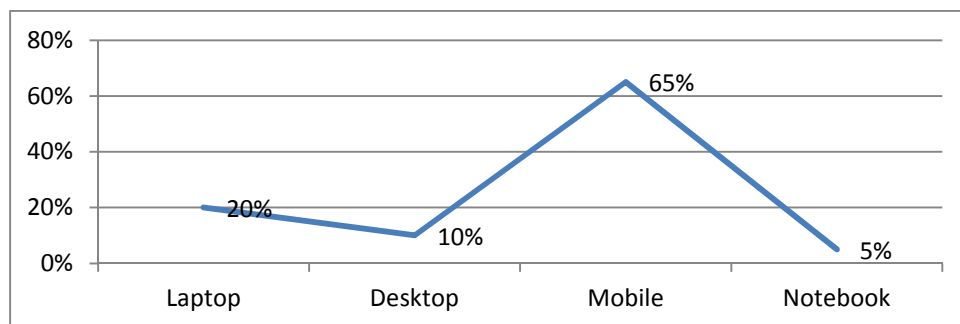


Figure: 2.2

3. Which operating system do you like?

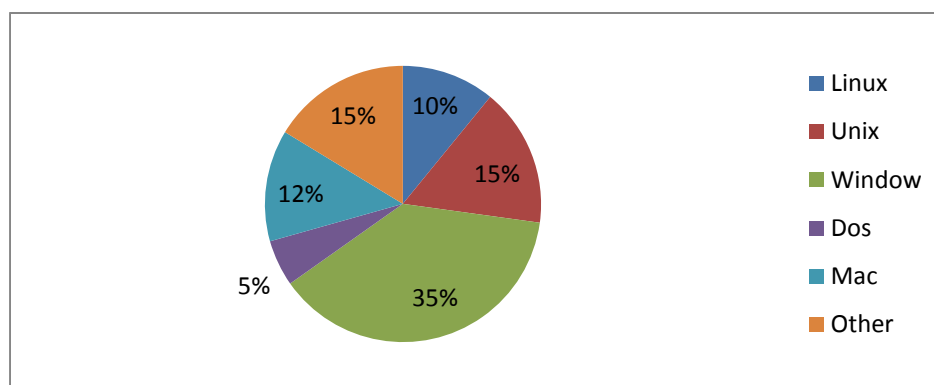


Figure: 2.3

4. Which search engine do you like?

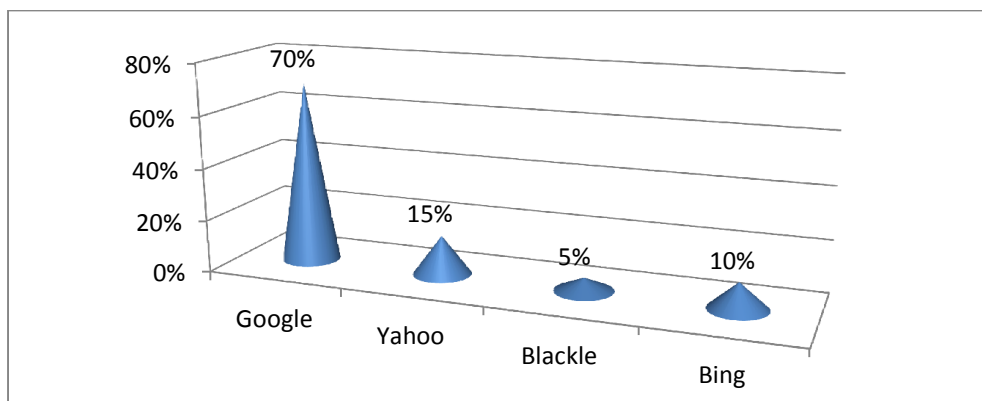


Figure: 2.4

5. Do you know that inkjet printer use more energy than laser jet printer?

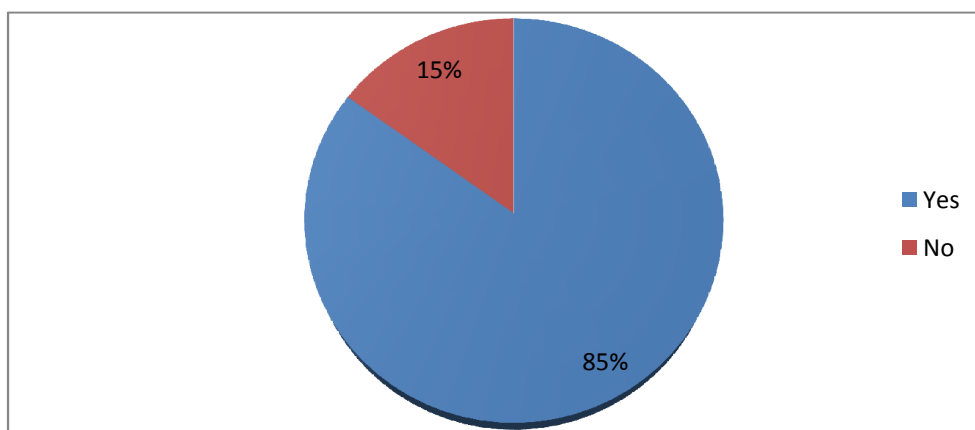


Figure: 2.5

6. What do you think that the use of computer devices put harmful impact on environment?

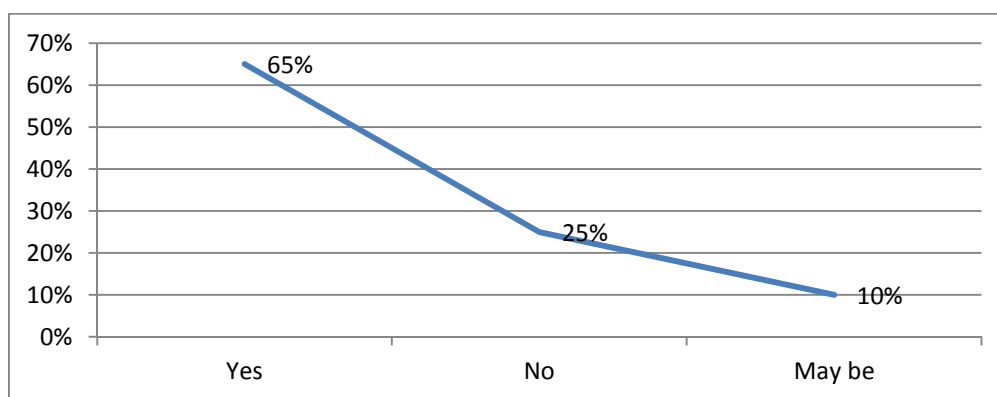


Figure: 2.6

7. Is most of the CO2 emission generated through computer and its devices?

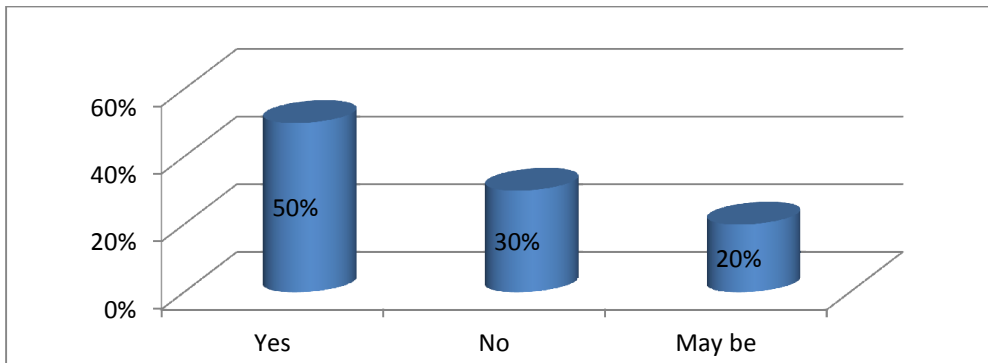


Figure: 2.7

8. Is it true that there are many toxic chemical are used while manufacturing of computer?

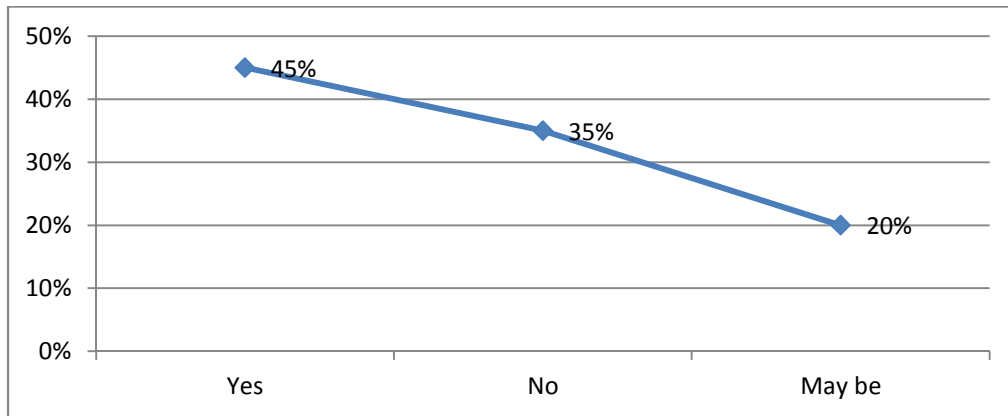


Figure: 2.8

9. Does high consumption of electricity play harmful impact on environment?

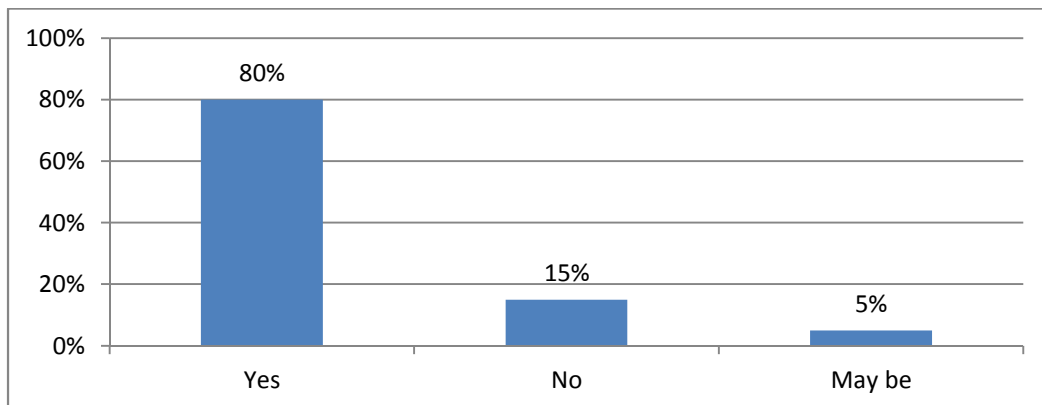


Figure: 2.9

10. World environment is celebrated to raise global awareness?

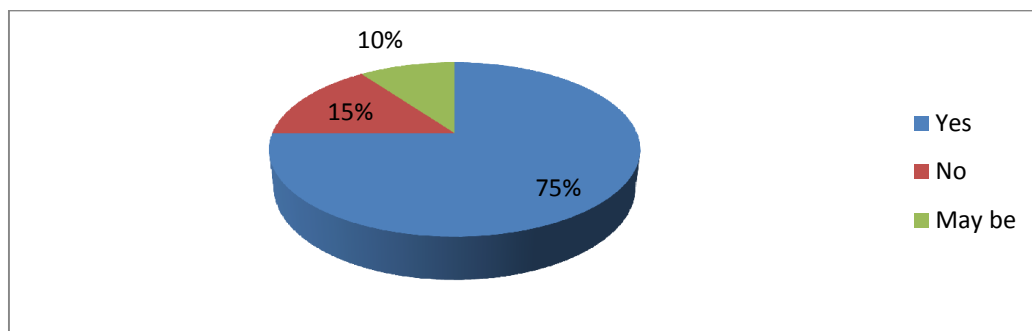


Figure: 2.10

11. Do you think that the goal of green computing is to reduce the dangerous materials and save the environment?

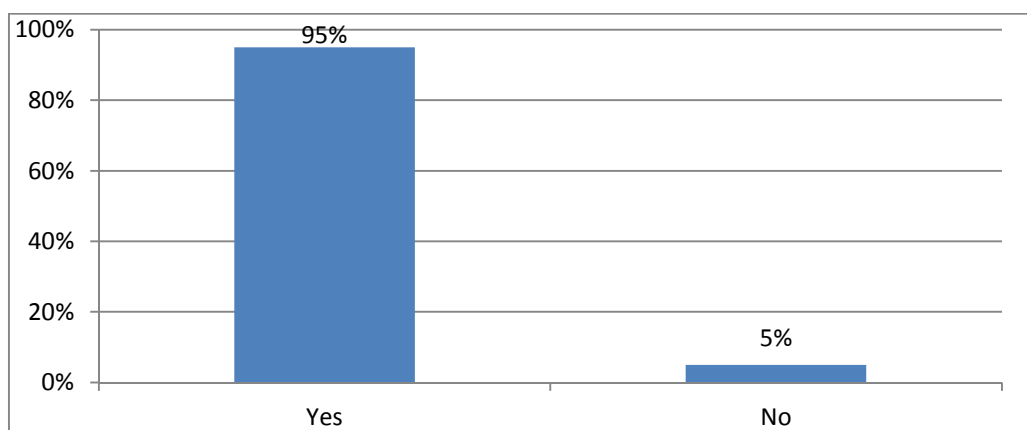


Figure: 2.11

12. Do you know Energy Star is an international standard for energy efficient consumer product?

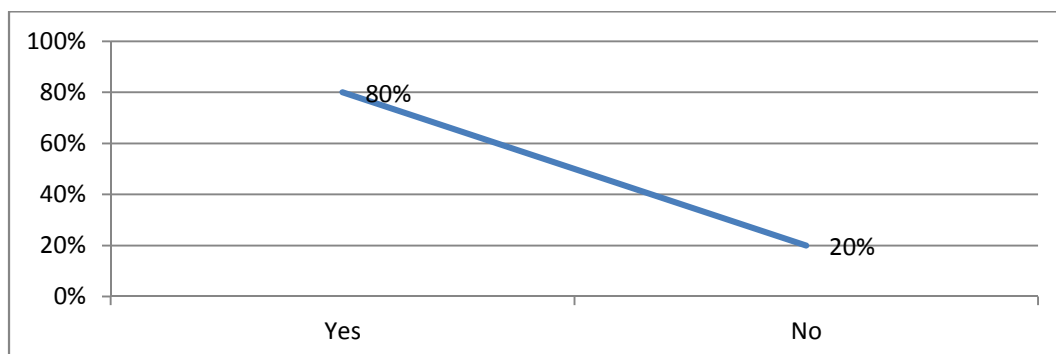


Figure: 2.12

13. When you don't use computer than you turn off your computer?

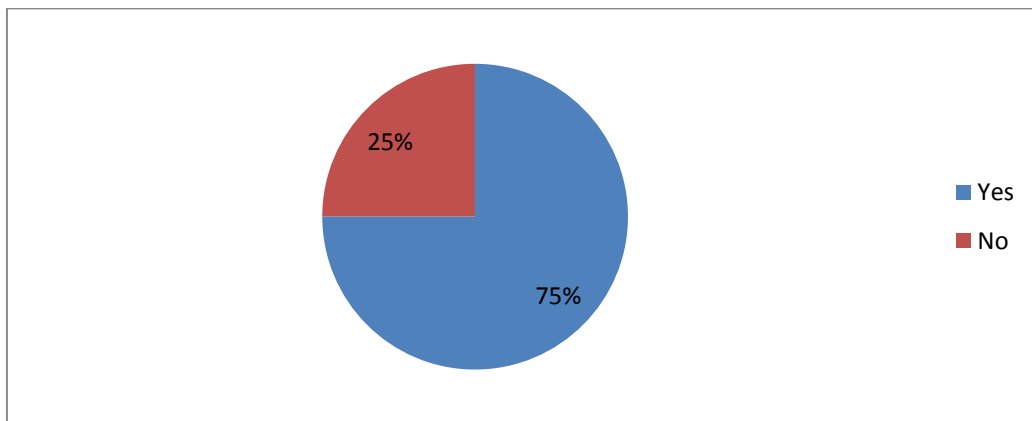


Figure: 2.13

14. Do you consider Energy Star logo when you purchase new devices?

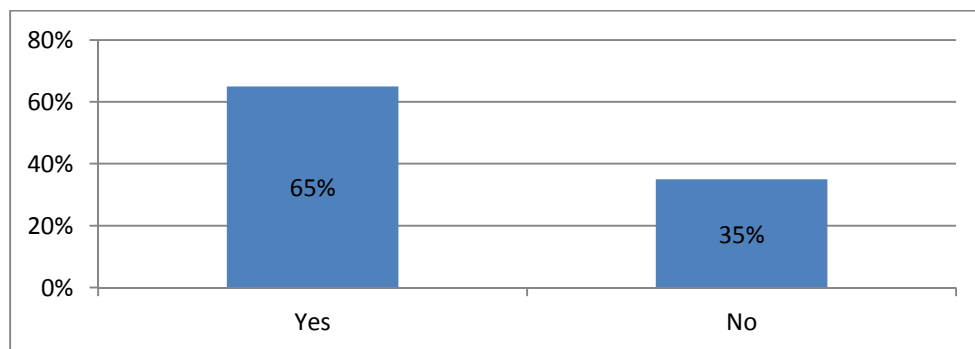


Figure: 2.14

15. Is it true that Google's Blackle search engine is less energy consuming search engine?

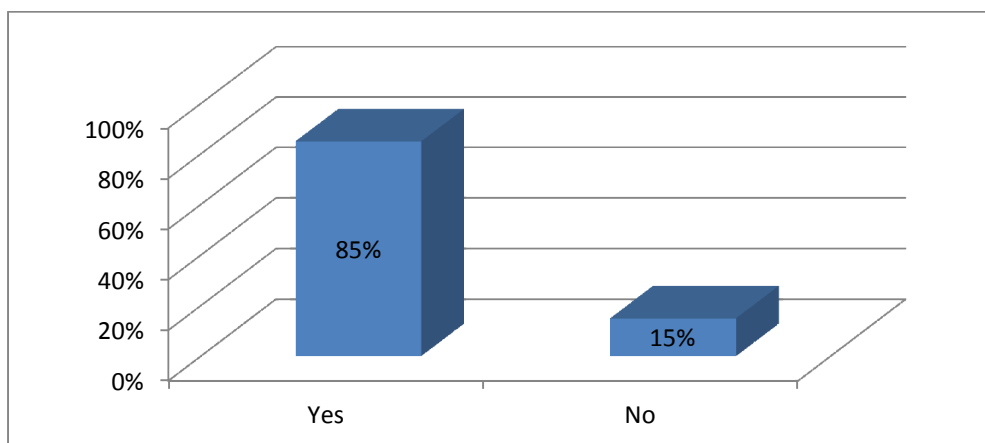


Figure: 2.15

16. What do you think that government should have to promote green computing?

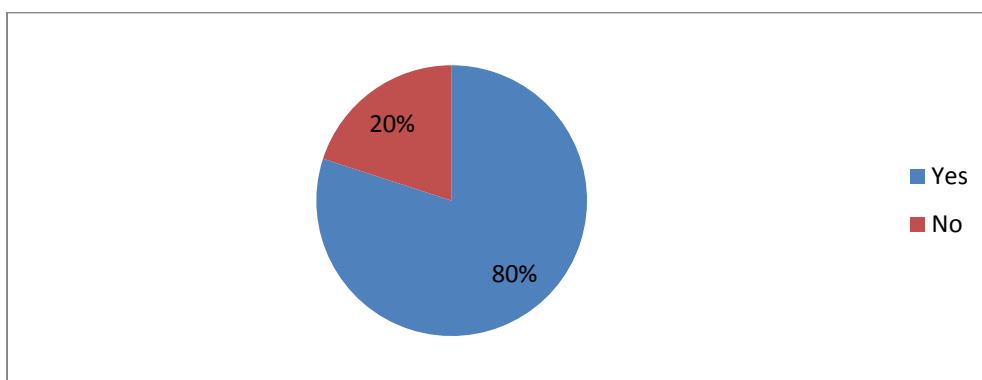


Figure: 2.16

17. Government should take steps to aware people about the green computing?

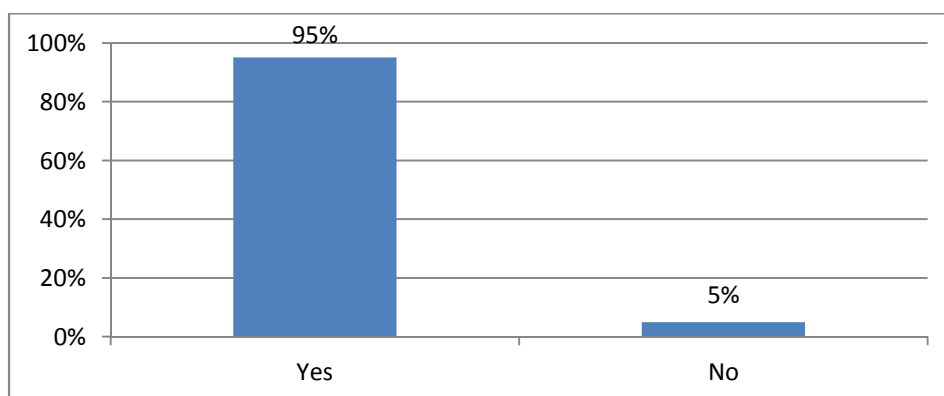


Figure: 2.17

18. Should everyone aware about green computing and its benefits?

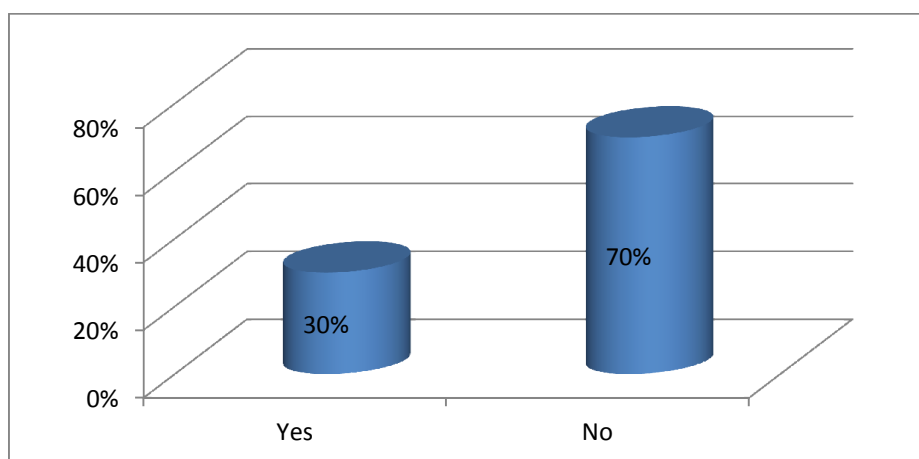


Figure: 2.18

19. Do you know PC recycling protects the environment?

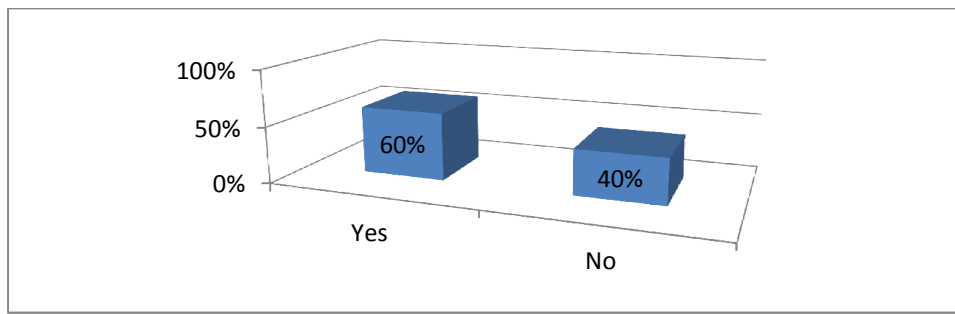


Figure: 2.19

20. Does the sleep mode reduce energy?

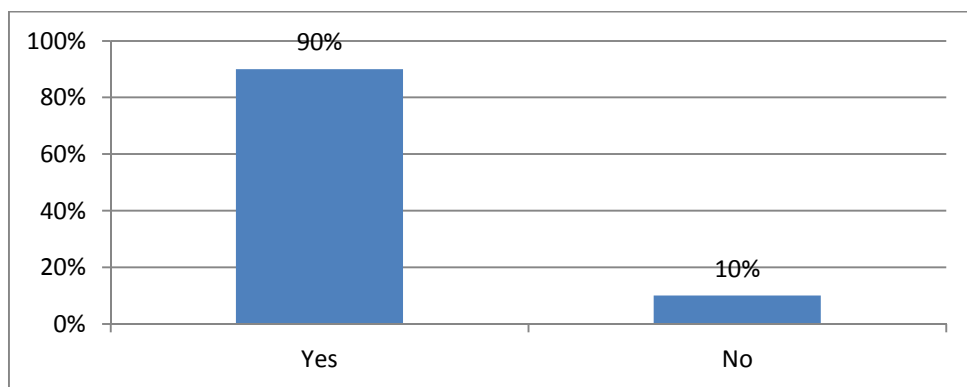


Figure: 2.20

21. What do you think that screen savers save energy?

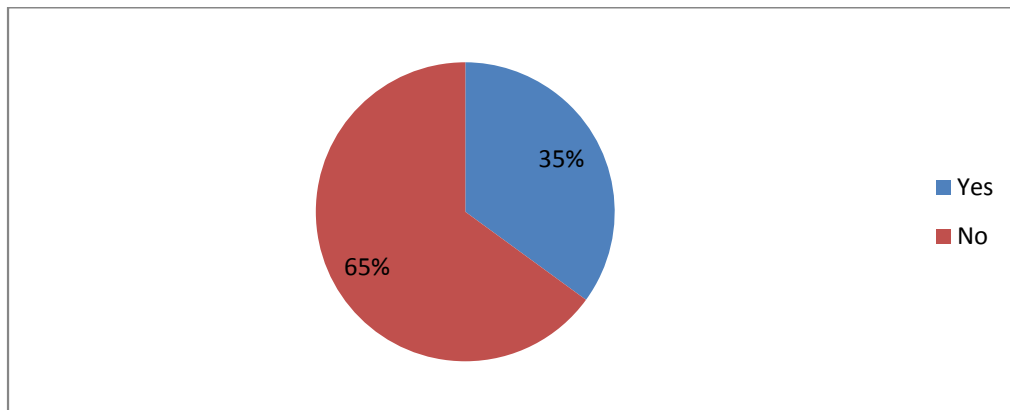


Figure: 2.21

22. What do you think PC recycling increase environmental pollution?

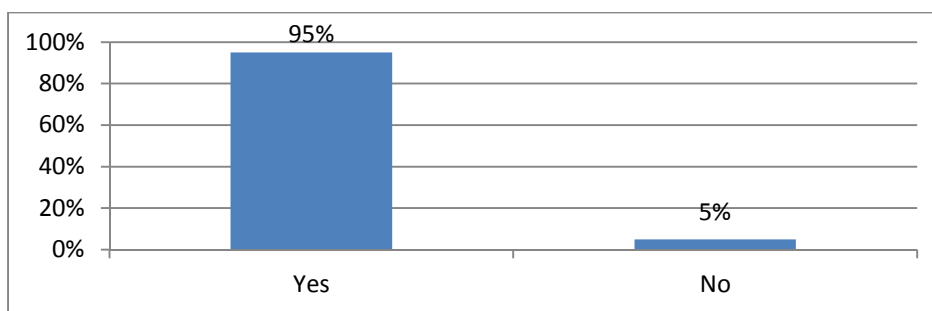


Figure: 2.22

23. Is the Energy Star hardware increase electricity?

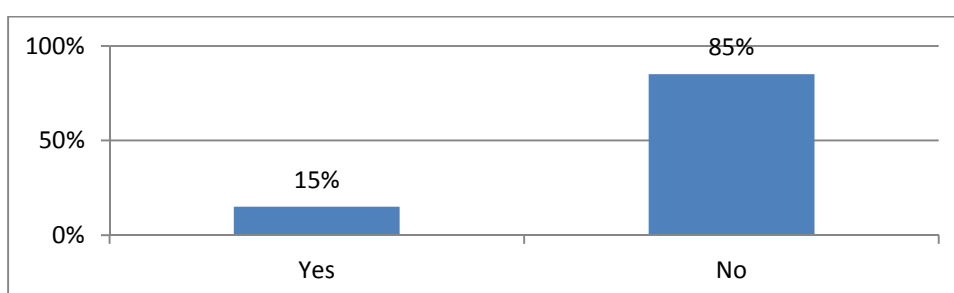


Figure: 2.23

24. What do you think that shutting down save more energy than using sleep mode?

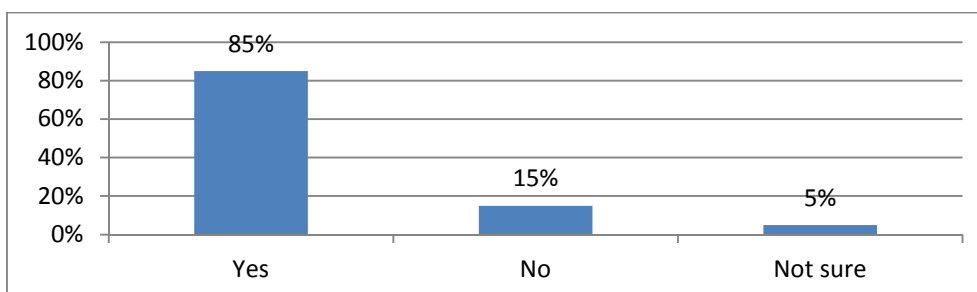


Figure: 2.24

25. Do you know laser printer contain toner particles that can damage lunges?

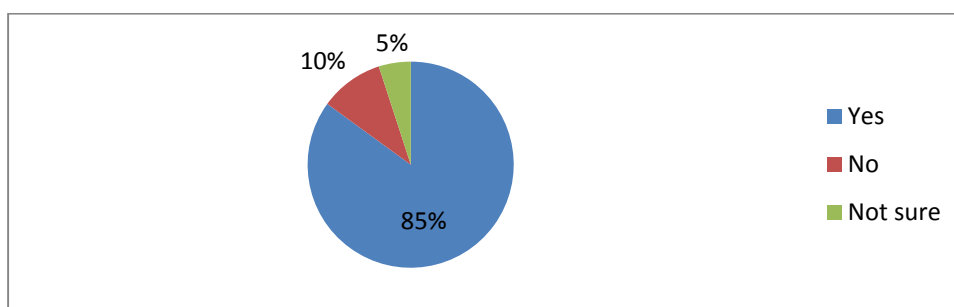


Figure: 2.25

3 RESULTS AND DISCUSSION

Green computing is a process that deals with computer equipment and its related resources. Green computing a way of saving energy and protect the environment. Its basic goal is to provide the awareness to the public to sustain the environment eco-friendly. Provides the awareness about the green computing it saves energy and its cost as well as environment protection. Stopping the harmful use of computing and to maintain the healthy environment. Designer and manufacture try their best to maintain that electronic equipment that effectively consume low energy. Doing more work on software instead of hardware. Star energy program give the basic idea about the green computing and its approved assures are the environment protected.

4 CONCLUSION

The purpose of research was to discuss the issue of computer with impact on environment hazardous and toxic. Computers are consuming more and more energy and spare the carbon emission. Basic goal of research is to provide the awareness to public how to protect the environment and how to aware about the use of computing and its related resources. The research is based on review of the literature and different points of view in this area of research and green computing formalities. This research also sets out the strategies for computing issues and the status and future directions for research on the green computing. . Positive and negative aspects of research are based on the progress and its result. Green computing is the best field which provides the help and sources to protect the environment from the toxic use of computer and electronic devices. The work further analyzes the future of computer providing information and awareness about the green computing. These areas still require more interest and monitoring for search on the green computing to adopt more and more technique for aware the public about the green computing.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors are grateful to respectable Prof: Syed Ghulam Qasim Shah who reviewed our research work.

REFERENCES

- [1] Curtis, L. (2008). Environmentally sustainable infrastructure design. *The Architecture Journal*, 18(1), 2-8.
- [2] Agarwal, S. (2014). Impact of Green Computing in IT Industry to make Eco Friendly Environment. *Journal of Global Research in Computer Science*, 5(4), 05-10.
- [3] Kazandjieva, M., B. Heller., O. Gnawali., W. Hofer. & P. L. C. Kozyrakis. (2011). Software or hardware: The future of green enterprise computing. *Computer Science Technical Report CSTR*, 2.
- [4] Zhang, X., Gong, L., & Li, J. (2012, July). Research on green computing evaluation system and method. In *Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2012 7th IEEE Conference on* (pp. 1177-1182). IEEE.
- [5] Atrey, A., Jain, N., & IYENGAR, N. (2013). A Study on Green Cloud Computing. *International Journal of Grid and Distributed Computing Vol*, 6.
- [6] Patra, C., & Nath, A. (2014). Green Computing–New Paradigm of Energy Efficiency and e-Waste minimization–A Pilot study on current trends. *environment*, 2(11).
- [7] Anusha, N. & T. S. Latha. (2015). Green Computing Hunted: Energy Utilization in the IT Commerce and by Domestic Computers in Five Foremost INDIAN Smart Cities. *Journal of Current Computer Science and Technology*, 5(01).

A Hybrid Neuro-Fuzzy Approach for Black Oil Viscosity Prediction

Abdelrigeeb A. Al-Gathe¹, Kh. A. Abd-El Fattah¹, Ahmed H. El-Banbi¹, and K. A El-Metwally²

¹Petroleum Engineering, Cairo University, Giza, Egypt

²Electrical Engineering, Cairo University, Giza, Egypt

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

ABSTRACT: In absence of PVT laboratory experiments data on representative fluid samples, it is usually difficult to choose the appropriate PVT correlations to calculate oil viscosity. This difficulty will increase when input data to PVT correlations (oil API gravity, initial gas-oil ratio, specific gravity of separator gas and temperature) vary along the flow from one section to the other in the production system. However, the accuracy of these correlations has become inadequate for the best estimations. The achievements of the Artificial Intelligent (AI) techniques alone open the door to use the hybrid system. This research focuses on the use of predictive NFuzzy model that is a result of combination of the learning capabilities of Neural Networks (NN) with the reasoning capabilities of Fuzzy Logic as a hybrid intelligent system. The proposed approach is based on clustering the PVT data into three clusters (heavy, medium and light oil) based on solution gas oil ratio. Around 500 to 2500 data points for each oil viscosity obtained from Middle East and worldwide laboratory measurements. The data were separated into two parts, 70% of data for training and the rest 30% were utilizing for testing. The present model used to estimate dead viscosity, saturated and under-saturated oil viscosity. Based on this result, we conclude that NFuzzy exhibits a robust predictive capability for estimation of oil viscosity by providing a good match with the measured values. The additional data samples were selected to compare and validate this model.

KEYWORDS: Fuzzy Logic, Neural Networks, Artificial Intelligence.

1 INTRODUCTION

The PVT data analysis is often used in petroleum engineering computations, such as, material balance calculations, well test analysis, reserve estimates, inflow performance calculations, and numerical reservoir simulations. Ideally, the laboratory measurements of oil viscosity are the primary source of PVT data determined from laboratory studies on samples collected from the bottom of the wellbore or from the surface. However, in the absence of experimentally measured viscosity of reservoir fluids, these physical properties must be estimated from correlations. However, in the absence of such tests the use of correlations provides the only available option for the prediction of oil viscosity for field applications. Correlations are also useful as a check against laboratory results, in making estimates for experimental design and in generalization of properties.

In this work at first, the difficulty of choosing the proper correlation to calculate oil viscosity is increased when PVT data from laboratory experiments are absent. This difficulty will be more increased when input data to oil PVT correlations (oil API gravity, initial gas-oil ratio, specific gravity of separator gas and temperature) vary when calculating oil viscosity along the flow from one section to the other in the production system.

In this research, a NFuzzy approach is introduced for solving this problem. The proposed approach is based on clustering the PVT data into several groups. Using worldwide crude oil data in this work, the optimal configuration and guidelines have been developed for predicting dead viscosity, bubble viscosity, saturated and under-saturated oil viscosity. Statistical error analysis was also used to check the validity of this proposed technique.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 EMPIRICAL CORRELATIONS REVIEW

In 65 years many empirical correlations were developed for predicting oil viscosity. These correlations predict viscosity above bubble point, at bubble point, below bubble point and dead oil viscosity at standard condition of atmospheric pressure and 60 °F.

Beal (1946) developed a correlation by using 753 data points for determining dead oil, saturated oil and under-saturated oil viscosities at high pressure and temperature. Chew and Connally (1959) proposed oil viscosity correlation by applying 457 data points covered samples from Canada, South America, and the U.S.A. Beggs and Robinson (1975) used 600 laboratory PVT reports, including 2,533 data points, to develop saturated, under-saturated and dead oil viscosity correlations. Glaso (1980) used 45 oil samples to develop bubble point pressure, and solution gas-oil ratio. He developed also a dead oil viscosity correlation using 26 crude oil North Sea samples. Vasquez and Beggs (1980) presented a gas oil ratio, oil compressibility, and under-saturated oil viscosities correlation equation. Standing (1992) proposed correlation equations for predicting bubble point pressure, gas oil ratio, formation volume factor, oil density, oil compressibility, under-saturated and dead oil viscosities by applying a curve fitting method. Ng and Egbogah (1983) used nearly 400 laboratory PVT reports to correlate a new dead oil viscosity correlation. Khan et al. (1987) used 150 data points to estimate oil viscosity from Saudi crude oil samples. Recently, Labedi (1982) published oil compressibility, dead, saturated, undersaturated, and bubble point oil viscosities correlations using 100 oil samples from the Libya. Kartoatmodjo and Schmidt (1994) introduced correlation equations for predicting bubble point pressure, gas oil ratio, formation volume factor, oil density, oil compressibility, under-saturated and dead oil viscosities using a global data bank. Petrosky and Farshad (1995) introduced correlation equations for predicting bubble point pressure, gas oil ratio, formation volume factor, oil compressibility, saturated, under-saturated and dead oil viscosities using laboratory PVT reports from the Gulf of Mexico. Dindoruk and Christman (2001) used more than 90 PVT reports from the Gulf of Mexico regions to correlate bubble point pressure, solution gas oil ratio, formation volume factor, under-saturated isothermal compressibility factor, dead, saturated, and undersaturated oil viscosity correlation equations. Hossain et al. (2005) introduced new correlations for predicting dead, saturated and under-saturated oil viscosity for the heavy oil. Naseri et al. (2005) used 1602 data points of many Iranian oil reservoirs for predicting dead, saturated and under-saturated oil viscosity correlation equations.

2.2 ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TECHNIQUES

Elsharkawy (1998) introduced models to calculate formation volume factor, solution gas oil ratio, oil viscosity, saturated oil density, under-saturated oil compressibility, and evolved gas gravity based on radial basis function network. Input data used were reservoir pressure, temperature, stock tank oil gravity, and separator gas gravity. Elsharkawy and Gharbi (2001) developed regression method and neural network model to estimate oil viscosity based on Kuwaiti oil crude. The authors compared between the two previous models and concluded that the latter performed significantly better than the former. Osman and Al-Marhoun (2005) introduced a model to calculate brine viscosity as a function of temperature and salinity alone. Yasin and Azad (2007) introduced two new models of neural network and fuzzy logic models to predict the reservoir fluid viscosity. They used 98 data points from Iranian oil PVT reports. Sarit and Gupta (2010) developed a Artificial Neural Network model for estimating formation volume factor and bubble point pressure, solution gas oil ratio and oil viscosity based on Indian crude oil. Abbas M. Al-Khudafi (2013) used ANFIS for estimating K-values for estimating heptanes plus fractions. More than 1340 data points were extracted from 570 PVT reports based on Middle East database. Mohammad et al. (2014) developed adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) approach for estimating oil bubble point pressure using commonly available field data. More than 750 data points from different geographical locations worldwide was gathered for modeling.

3 DATA ACQUISITION AND PROCESSING

3.1 DATA DESCRIPTION

In this study PVT experimental data of worldwide oil reservoirs have been used. **Table1** shows the number of data points from different regions for different oil viscosity types. The overall ranges of experimental data points used for this study are summarized in **Table2**.

Table 1. Oil Viscosities Database

Data Source	Dead oil Viscosity	Bubble point Viscosity		Saturated Viscosity		Under-saturation Viscosity	
	Data Points	Reports No.	Data Points	Reports No.	Data Points	Reports No.	Data Points
World Wide**	1180	169	169	-	-	210	210
Egyptian Data	35	35	35	35	253	35	347
Middle East	440	206	206	206	1944	212	1790
Yemen	9	9	9	9	53	9	80
Total	1664	419	419	250	2243	466	2427

** The Mediterranean Basin, Africa, the Persian Gulf and the North Sea.

Table 2. Range of Input Data Used in This Study.

	Dead Viscosity		Bubble point Viscosity		Saturated Viscosity		Under-saturated Viscosity	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
T(°F)	68	342	75	342	75	342	-	-
API°	5.92	135	15	53	13.5	56.8	6	57
γ_g	-	-	0.62	1.79	0	7.14	-	-
Rs(scf/bbl)	-	-	7.9	2988	1.53	7804	7.9	7804
P(psia)	-	-	-	-	-	-	1.8	15305
Pb(psia)	-	-	-	-	64	6614	64	6614
$\mu_{od}(cp)$	-	-	0.2	164	0.2	163.6	0.2	1387
$\mu_{ob}(cp)$	-	-	-	-	0.1	75	0.1	296

3.2 DATA NORMALIZATION

The data is normalized to avoid numerical difficulties during the calculation. In the modeling process, the oil PVT data sets were scaled to the range between 0 and 1 as following Equ. (1):

$$Y = (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \dots \dots \dots (1)$$

where Y is the normalized value and X is the original data and X_{min} , X_{max} are, respectively, the minimum and maximum of the original data. The output data need to be de-normalized to get the simulated oil PVT data and compared with measured oil PVT data.

3.3 DATA CLUSTERING

The purpose of clustering PVT data, increase the oil viscosity accuracy by using NFuzzy model. The oil viscosity data can be clustered manually into three groups based on solution gas oil ratio that shown in **Table3**. Clustering the input PVT data in this way will make their calculations in more easy and accurate.

Table 3. The Most Important Parameters Range for Clustering PVT Data.

Characteristics	Heavy Oil	Medium Oil	Light Oil
Gas oil ratio, Rs	0-500	500-1500	1500-3200

4 HYBRID NFUZZY MODEL DEVELOPMENT

The fuzzy logic and neural networks have some disadvantages. Fuzzy Logic has a difficulty to determine the shape and the location of membership functions (MFs) for each fuzzy variable whereas the Neural Network has a problems to optimize the number of hidden layers, number of neurons in each hidden layer, learning rate and momentum coefficient. The trial and error is a difficult process to find either fuzzy rules with appropriate membership functions for FL or the number of hidden layers with their neurons for NNs. **Table4** shows advantages versus disadvantages of the NNs and FL.

Table 4. Advantages and Disadvantages of the NNs and FL [Arnold F. Shapiro, 2002]¹⁰.

Technology	Advantage	Disadvantage
NN	Adaptation, learning, approximation.	Slow convergence speed, 'black box' data processing structure, slow.
FL	Approximate reasoning, quick.	Difficult to tune, lacks effective learning capability.

To overcome these problems, the advantages of these two hybrid systems can be combined in order to avoid their disadvantages. The NFuzzy model is a result of an intelligent combination between the learning capabilities of Neural Networks and the reasoning capabilities of Fuzzy Logic as a hybrid intelligent system, proposed by Jang⁴¹. On other hand, new hybrid systems of NFuzzy is provided a better understanding about the properties of the unknown database and a better system performance with short learning times.

The NFuzzy model of adaptive network based Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), (Jang, 2015, 1996) is one of the most approaches for solving function approximation problems. The NFuzzy model is hybrid framework which learns the rules and membership function from data. The NFuzzy model of ANFIS is multilayer neural network associated with learning rules. The networks have capability for learning a relationship between inputs and outputs.

The NFuzzy learning employs for updating membership function parameters as a hybrid method consisting of back-propagation for the parameters associated with the input membership functions, and least squares estimation for the parameters associated with the output membership functions.

It is assumed that the rules contain the fuzzy if-then rules of Takagi and Sugeno's type (Jang, 1993) as follows:

IF x is A and y is B then z is $f(x, y)$

Where A and B are the fuzzy sets in the antecedents and $z=f(x, y)$ is a crisp function in the consequent. Usually $f(x, y)$ is a polynomial for the input variables x and y . When $f(x, y)$ is a constant, a zero order Sugeno fuzzy model is formed which may be considered to be a special case of Mamdani FIS (Jang, 2015) where each rule consequent is specified by a fuzzy singleton. If $f(x, y)$ is taken to be a first order polynomial a first order Sugeno fuzzy model is formed. For a first order two rule Sugeno fuzzy inference system, the two rules may be stated as:

Rule 1: If x is A_1 and y is B_1 then $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Rule 2: If x is A_2 and y is B_2 then $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

Here NFuzzy proposed by Takagi and Sugeno (Jang, 2015) is used. In this inference system the output of each rule is a linear combination of the input variables added by a constant term. The final output is the weighted average of each rule's output. The corresponding equivalent NFuzzy structure is shown in Figure (3-2).

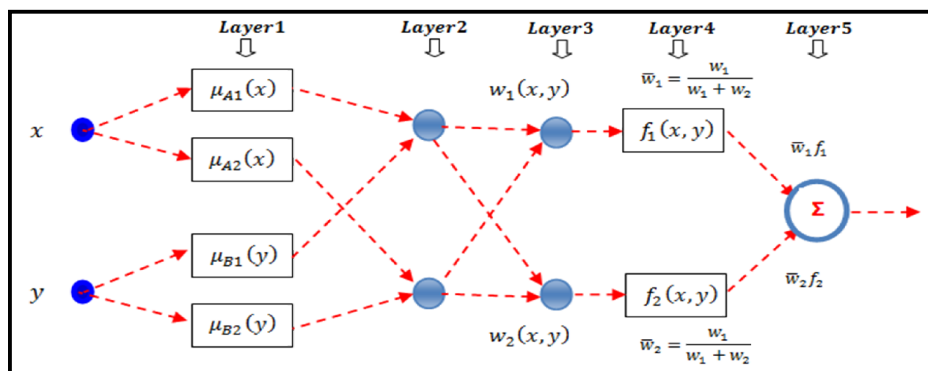


Fig. 1. The Basic Architecture of NFuzzy.

The basic architecture is shown in **Figure1** having a total of five layers **Ulas, 2009**. Subtractive clustering is an effective approach to estimate the number of fuzzy clusters and cluster radii in Sugeno fuzzy inference system (**Jarrah and Halawani, 2001**). Therefore, all MFs for input and output were extracted by means of subtractive clustering. Clustering radius is a functionally critical design parameter that has a significant role in FIS construction. It could vary between the range of 0 and 1. Specifying a smaller cluster radius will usually yield more and smaller clusters in the data (resulting in more rules). A large cluster radius yields a few large clusters in data (**Chiu, 1994**).

The ANFIS with Subtractive Clustering (ANFIS-SC) was used to generate a FIS by first applying subtractive clustering on the data. This is accomplished by extracting a set of rules that models the data behavior by first using the *genfis2* function to determine the number of rules and antecedent membership functions and then using linear least squares estimation to determine each rule's consequent equations.

5 STATISTICAL ERROR ANALYSIS

Statistical and graphical error analyses were used to check the accuracy and performance of those developed techniques in this study. The accuracy of the correlation relative to the actual value is determined by using various statistical means. The criteria used in this study were average percent relative error, average absolute percent relative error (AAPRE) and minimum/maximum absolute percent relative error, the correlation coefficient (CC), and the root mean square error (RMSE).

6 RESULT AND DISCUSSION

In this stage of study, ANFIS was used to get the optimum configuration for estimating oil viscosity based on earlier database. The ANFIS with Subtractive Clustering (ANFIS-SC) was used to generate a FIS by first applying subtractive clustering on the data. This is accomplished by extracting a set of rules that models the data behavior by first using the *genfis2* function to determine the number of rules and antecedent membership functions and then using linear least squares estimation to determine each rule's consequent equations.

Subtractive clustering method used to generate the input membership functions (**Gaussian**) and output membership functions (**Linear**). A hybrid optimization method which combines least squares estimations with back-propagation was used to adjust the membership functions' parameters.

In order to find the optimum radii and number of clusters, firstly different radii were proposed to estimate each black oil properties. Then, the optimal clustering radius was specified by achieving the lowest AAPRE and the highest correlation coefficient (CC). **Figure2** depicts how an optimal radius of black oil viscosity ANFIS model was determined. Accordingly, specification of clustering radius of each black oil properties types is shown in **Table5**, the ANFIS model's error reaches its minimum value. Each input was bunched into a number of Gaussian clusters. Output membership functions were linear equations.

To avoid overfitting, test data were input to NFuzzy model as checking data. The NFuzzy model was trained using training data with 20 epochs and zero error tolerance. After training the NFuzzy model, the test data were input to the constructed model. **Table5** shows the number of cluster and optimal cluster radii for NFuzzy model.

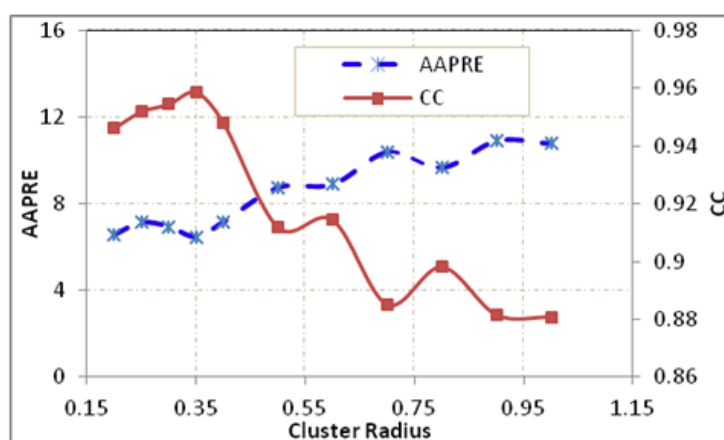


Fig. 2. Optimal Cluster Radii for ANFIS-SC Model of Dataset.

Table 5. Optimal Radii of Oil Viscosity Dataset for NFuzzy model.

Oil Property		Heavy Oil	Medium Oil	Light Oil
Dead Oil Viscosity	Radii	0.17	0.15	0.14
	No. of Cluster	5	29	32
Saturated Oil Viscosity	Radii	0.23	0.31	0.25
	No. of Cluster	23	4	29
Under-saturated Oil Viscosity	Radii	0.25	0.58	0.2
	No. of Cluster	6	3	22

The developed NFuzzy hybrid was used for determining the different black oil viscosity. The statistical accuracy analysis is also applied to check the performance of this technique according to measured data as shown in **Tables 6 through 8**. The crossplot plot results of different oil viscosity types are shown in **Figures 3 through 5**.

7 VALIDATION

In order to validate and examine the reliability of this model, the hybrid NFuzzy model was applied to predict of black oil viscosity using the new available data from Yemeni oil field. **Table9** summarizes the results of statistical error analysis of those data samples.

To more check the validity and applicability of this model, a measured data are compared against the predicted results. Here, three examples (oil A, oil B and oil C) were shown. **Figure 6** shows the comparison between the actual and predicted oil viscosity result. Also, **Figures 7 through 9** shows that an excellent agreement was found between the measured and the predicted oil viscosity values when both plot versus pressure.

Table 6. Statistical Accuracy of Nfuzzy for Dead Oil Viscosity

	Heavy oil		Medium Oil		Light Oil	
	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %
Maximum	62.74	317.54	42.14	838.69	37.98	9314.56
Minimum	0.08	0.82	0	0.01	0	0.06
Average	10.70	56.69	5.52	72.07	1.11	62.09
RMSE	84.98		135.79		296.35	
CC	0.556		0.742		0.617	

Table 7. Statistical Accuracy of Nfuzzy for Saturated Oil Viscosity

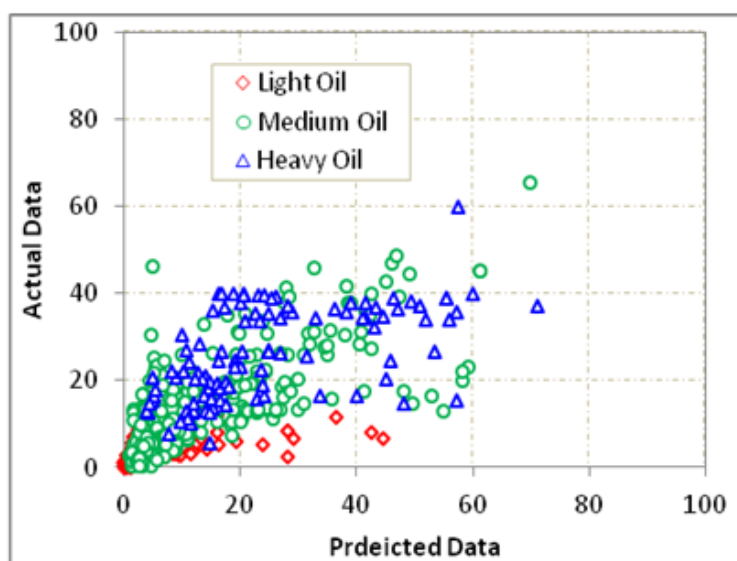
	Heavy Oil		Medium Oil		Light Oil	
	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %
Maximum	28.20	722.69	7.76	346.24	0.12	81.89
Minimum	1.29E-3	9.27E-2	2.33E-4	2.30E-2	4.82E-8	4.82E-5
Average	1.30	65.24	0.33	28.77	0.01	6.87
RMSE	86.01		38.19		16.61	
CC	0.969		0.684		0.860	

Table 8. Statistical Accuracy of Nfuzzy for Under-Saturated Oil Viscosity

	Heavy Oil		Medium Oil		Light Oil	
	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %
Maximum	31.48	239.79	4.28	294.96	0.11	37.07
Minimum	5.29E-4	1.44E-1	3.25E-4	3.58E-2	4.50E-8	3.62E-5
Average	1.11	26.91	0.18	23.54	0.004	1.31
RMSE	37.90		32.58		5.41	
CC	0.996		0.846		0.983	

Table 9. Statistical Accuracy of Oil Viscosity

	Expert		NFuzzy		PSOINN	
	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %	Abs Error	Rel. Error %
Maximum	1.47	120.49	0.53	39.08	0.08	9.16
Minimum	0.02	1.55	0	0	0	0
Average	0.26	38.50	0.03	5.54	0.01	0.95
RMSE	47.91		8.73		1.70	
CC	0.906		0.992		1.00	

**Fig. 3. Crossplot of Dead Oil Viscosity.**

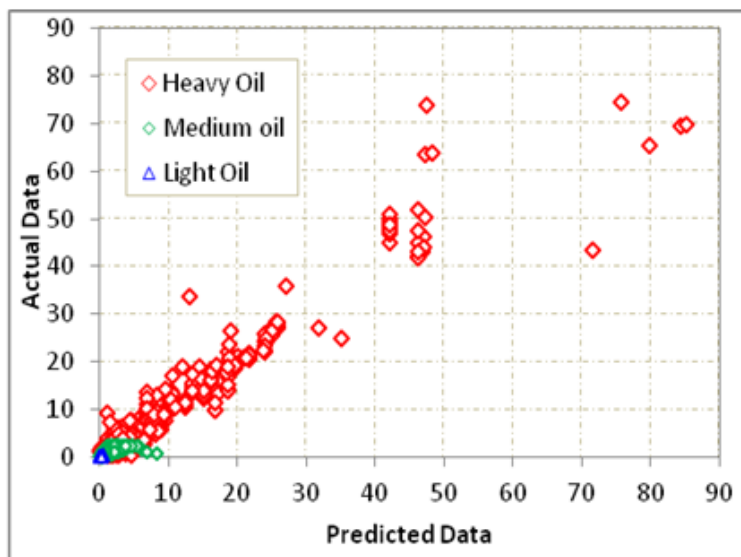


Fig. 4. Crossplot of Saturated Oil Viscosity.

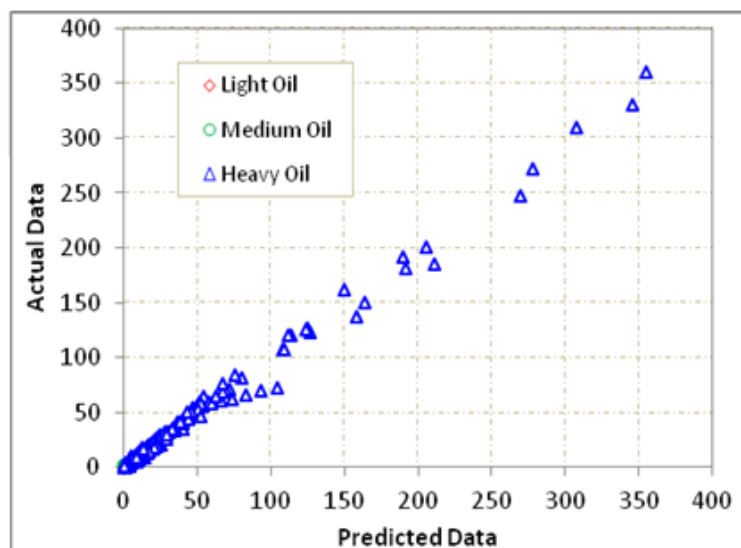


Fig. 5. Crossplot of Under-Saturated Oil Viscosity.

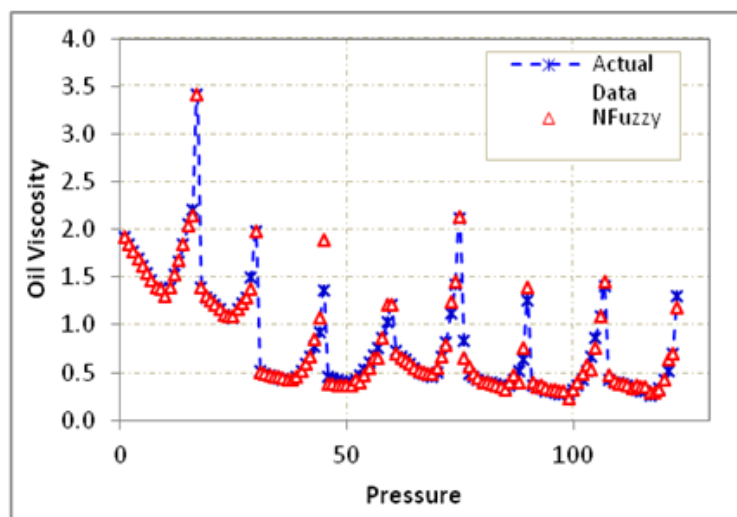


Fig. 6. Comparison between Actual and Predicted Oil Viscosity Values.

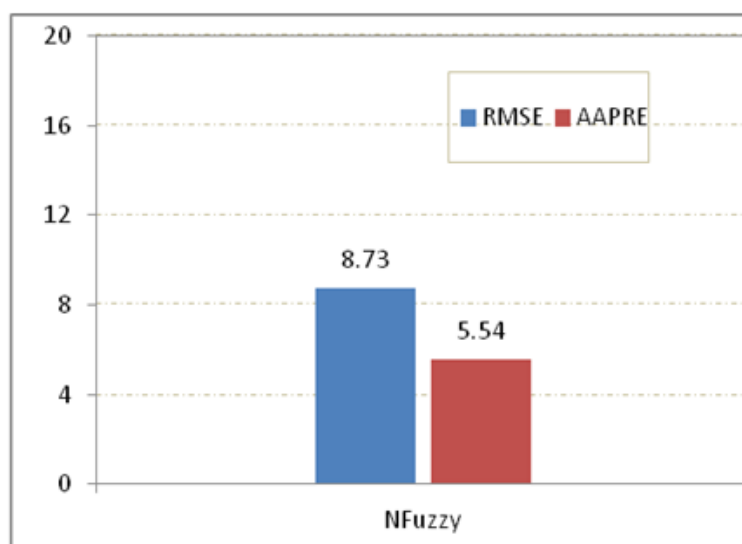


Fig. 7. Shows the RMSE and AAPRE of Oil Viscosity.

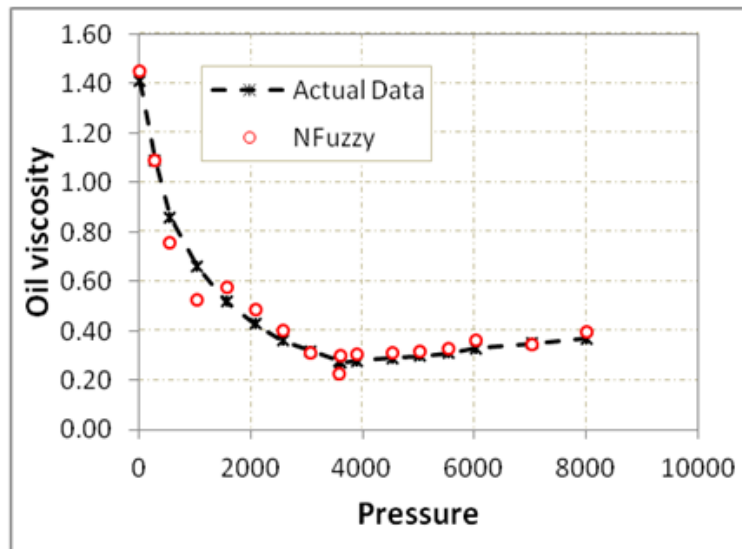


Fig. 8. Actual and Predicted Oil Viscosity Data against Pressure (Oil A).

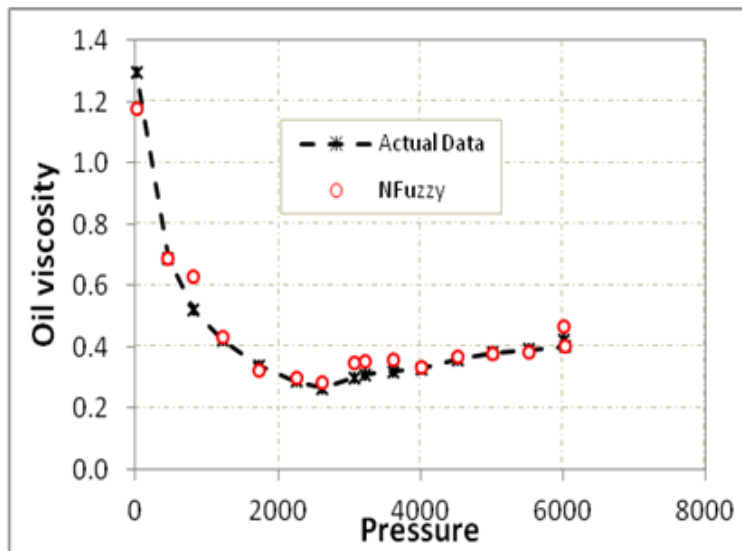


Fig. 9. Actual and Predicted Oil Viscosity Data against Pressure (Oil B).

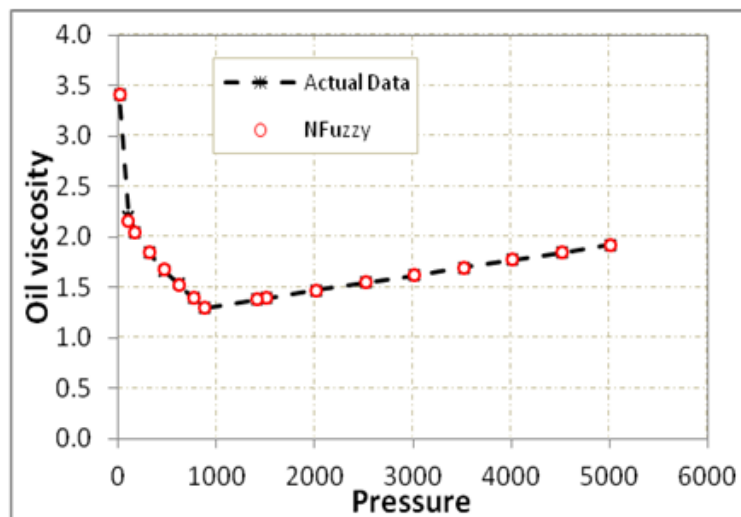


Fig. 10. Actual and Predicted Oil Viscosity Data against Pressure (Oil B).

8 CONCLUSIONS

The following conclusions can be made from this study:

- New approach for estimating oil viscosity is introduced based on NFuzzy and data clustering.
- The proposed guidelines are very useful, effective and can overcome the oil viscosity calculations weakness caused by oil viscosity variation along flow from one section to the other in the production system.
- The proposed approach can be programmed and incorporated in any simulator to improve the accuracy of oil viscosity and should be taken in consideration into any oil viscosity calculation.
- Intelligent techniques are powerful tools which overcome incompleteness, imprecise and uncertainty existent in reservoir parameters.
- The hybrid models showed superior performance with the highest correlation coefficients, and lowest root mean square errors.

REFERENCES

- [1] M. Abbas Al-Khudafi et al., "Neuro-fuzzy Inference System for Modeling Equilibrium Ratio for Heptanes-plus Fraction," International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324, Vol. 4 No. pp. 334-342, 2013.
- [2] F. Arnold and Shapiro, "The merging of neural networks, fuzzy logic, and genetic algorithms," Mathematics and Economics 31, 115-131, 2002.
- [3] C. Beal, "The Viscosity of Air, Water, Natural Gas, Crude Oil and Its Associated Gases at Oil Field Temperature and Pressure," Trans., AIME 165, 94-112, 1975.
- [4] H.D. Beggs and J.R. Robinson, "Estimating the Viscosity of Crude Oil Systems," JPT (September) 27, 1140-1141, 1975.
- [5] J. Chew and Jr. Connally, "A Viscosity Correlation for Gas-Saturated Crude Oil," Trans., AIME 216, 23-25, 1959.
- [6] S. Chiu, "Fuzzy model identification based on cluster estimation," J. Intell. Fuzzy Syst.2, 267-278, 1994.
- [7] B. Dindoruk and P.G. Christman, "PVT Properties and Viscosity Correlations for Gulf of Mexico Oil," paper SPE 71633 presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, 30 September-3 October, 2001.
- [8] A.M. Elsharkawy, "Modelling the properties of crude oil and gas systems using RBF network," In: SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference, Perth, Australia, paper SPE 49961, 1998.
- [9] A.M. Elsharkawy and R. Gharbi, "Comparing classical and neural regression techniques in modeling crude oil viscosity," Adv. Eng. Softw. 32 (3), 215-224, 2001.
- [10] O. Glaso, "Generalized Pressure-Volume-Temperature Correlations," JPT 32, 785-795, 1980.
- [11] M.S. Hossain, et al., "Assessment and Development of Heavy-Oil Viscosity Correlation," SPE/PS_CIM/CHOA 97907 PS2005-407 presented at the SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, Calgary, Canada, 2005.
- [12] J.-S. R Jang., "ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 23(3), pp. 665-685, 1993.

- [13] J.-S. R Jang and N. Gulley, "Fuzzy Logic Toolbox. Reference Manual," The Mathworks Inc., Natick, MA, 2015..
- [14] S.R. Jang and C.T. Sun, E. Mizutani, "Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence," Prentice-Hall, 1996.
- [15] O.A. Jarrah and A. Halawani, "Recognition of gestures in Arabic Sign language using neuro-fuzzy systems," *Artif. Intelligence* 133, 117-138, 2001.
- [16] R.S.T. Kartoatmodjo and Z. Schmidt, "Large Data Bank Improves Crude Physical Property Correlations," *Oil & Gas J.* 92, 51-55, 1994.
- [17] S.A. Khan et al., "Development of Viscosity Correlations for Crude Oil," paper SPE 17132 available from SPE Publications Dept., Richardson, Texas, 1987.
- [18] R. Labedi, "Improved Correlations for Predicting the Viscosity of Light Crudes," *J. of Petroleum Science and Engineering* 8, 221-234, 1992.
- [19] Mohammad Javad Shojaei et al., "Adaptive neuro-fuzzy approach for reservoir oil bubble point pressure estimation," *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Volume 20, Pages 214-220, 2014.
- [20] A. Naseri, M. Nikazar and S.A. Mousavi Dehghani, "A Correlation Apporach for Prediction of Curde Oil Viscosities," *J. Pet. Eng.* 163-174, 2005.
- [21] J.T.H. Ng and E.O. Egbogah, "An Improved Temperature-Viscosity Correlation for Crude Oil Systems," Paper 83-34-32 presented at the 34th Annual Technical Meeting of the Petroleum Society of CIM, Banff, 10-13, 1983.
- [22] E.A. Osman M.A. Al-Marhoun, "Artificial neural networks models for predicting PVT properties of oil field brines," In: 14th SPE Middle East Oil & Gas Show and Conference, Bahrain, paper SPE 93765, 2005.
- [23] G.E. Petrosky and F.F. Farshad, "Viscosity Correlations for Gulf of Mexico Crude Oil," Paper SPE 29468 presented at the Production Operations Symposium, Oklahoma City, Oklahoma, 2-4, 1995.
- [24] Sarit Dutta and J.P. Gupta, "PVT correlations for Indian crude using artificial neural networks," *Journal of Petroleum and Engineering* 72, 93-109, 2010.
- [25] M.B. Standing, "Volumetric and Phase of Oil Field Hydrocarbon Systems," SPE, Dallas, 1981.
- [26] C. Ulas, H. Ahmet, and E. Sami, "An Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Model for Wire-EDM," *Expert Systems with Applications*, 36(3), pp. 6135-6139, 2009.
- [27] M. Vasquez and H.D. Beggs, "Correlation for Fluid Physical Property Predictions," *JPT* 32, 968-970, 1980.
- [28] Yasin Hajizadah and Islamic Azad, "Intelligent Prediction of Reservoir Fluid Viscosity," SPE 106764, 2007.

ETUDE MATHEMATIQUE ET OBSERVATIONS D'UN SIGNAL ANALYTIQUE : LA CAUSALITE

[MATHEMATICAL STUDY AND OBSERVATIONS OF AN ANALYTIC SIGNAL : THE CAUSALITY]

Gordien TAMBA OF'R

Département de Mathématique et Informatique, Université Pédagogique Nationale,
 Centre International des Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA),
 Kinshasa, Ngaliema, BP 885, RD Congo

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

ABSTRACT: The causality, one of the results of the Hilbert transform on an analytic signal outlines on one hand the mathematical study on a measure that uses complex-valued functions by the Fourier transform (spectra) that takes into account, in general the negative frequencies, and on the other hand the measurement utensils (observations) which give the real-valued signals with positive observable frequencies. Herein, we assume the signal denoted by x to be real.

KEYWORDS: Analytic signal, transform, spectra, causality.

RESUME: La causalité, un des résultats de la transformée de Hilbert sur un signal analytique met en exergue d'une part l'étude mathématique sur une mesure qui fait intervenir des fonctions à valeurs complexes par la transformée de Fourier (spectre) qui prend en compte, en général les fréquences négatives, d'autre part des appareils de mesure (observations) qui donnent les signaux à valeurs réelles avec les fréquences observables positives [13][20][24]. Ici, nous supposons le signal noté x est réel.

MOTS-CLEFS: signal analytique, transformée, spectre, causalité.

1 INTRODUCTION

La transformée de Fourier d'une fonction est définie sur la totalité de l'ensemble des réels $\mathbb{R}$ (*i.e* $]-\infty; +\infty[$), donc aussi bien pour les fréquences négatives que pour les fréquences positives. Or, les appareils (tels que : les transformateurs de Fourier, les analyseurs de spectre, ...) ne permettent pas d'atteindre les fréquences négatives dont la signification physique est inconnue. Lorsque le signal x , fonction ou distribution, est réel, la transformée x possède la symétrie hermitienne, c'est-à-dire la propriété [9][13][14] :

$$\hat{x}(-\lambda) = \hat{x}(\lambda) \quad (1)$$

Dans ce cas, il suffit de connaître $\hat{x}$ lorsque (λ) est positif (forme unilatérale de $\hat{x}$) pour connaître entièrement $\hat{x}$. Dans beaucoup de problèmes de la théorie du signal, on a besoin de connaître une fonction dont la transformée de Fourier soit exactement la forme unilatérale de $\hat{x}$. Cette fonction notée Z_x , appelée signal analytique associé à x est telle que sa transformée de Fourier $\mathcal{F}(Z_x)$ donne, à un coefficient près, la forme unilatérale de $\hat{x}$. Précisément [5] :

$$\begin{aligned} \mathcal{F}(Z_x)(\lambda) &= 0 & \text{si } \lambda < 0 \\ \mathcal{F}(Z_x)(0) &= \hat{x}(\lambda) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{et : } \mathcal{F}(Z_x)(\lambda) = 2\hat{x}(\lambda) \text{ si } \lambda > 0$$

Après calcul, nous trouvons la fonction Z_x , exprimée en t :

$$Z_x = x - \frac{1}{i\pi} x * V_p\left(\frac{1}{t}\right) \quad (3)$$

La convolution qui figure dans la partie imaginaire définit la transformée de Hilbert de x .

2 DEFINITION DE LA TRANSFORMATION DE HILBERT

On note souvent la transformée de Hilbert de x comme on note une fonction [3]:

$$t \rightarrow H_x(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{X(u)}{t-u} du \quad (4)$$

Mais cette intégrale est très souvent divergente au sens des intégrales généralisées. On précise quelques fois, que cette intégrale est prise en valeur principale.

Nous utilisons quelques exemples pour examiner cette définition.

Montrons que pour la fonction constante $x: u \rightarrow 1$, l'intégrale (4) n'a pas de sens.

En effet,

Pour $x(u) = 1$, H_x n'est définie en aucun point. La fonction de u , où t est fixé : $u \rightarrow \frac{1}{t-u}$ admet un point de discontinuité pour $u=t$. On sait que l'intégrale généralisée correspondante n'est pas convergente (il suffirait d'ailleurs de passer par l'intermédiaire d'une primitive qui donne un logarithme). La fonction H_x n'est donc définie en aucun point.

Notons $H(x)$ (ou H_x ou même $\check{x}$) la transformée de Hilbert de la fonction x et précisons sa définition x et précisons sa définition par la formule suivante :

$$H(x)(t) = \frac{1}{\pi} \lim_{t \rightarrow 0^+} \left[\int_{t+\varepsilon}^{+\infty} \frac{X(u)}{t-u} du + \int_{-\infty}^{t-\varepsilon} \frac{X(u)}{t-u} du \right] \quad (5)$$

Nous montrons que, pour la fonction $x: u \rightarrow 1$, ces intégrales ne sont toujours pas convergentes (en $+\infty$ et en $-\infty$) et en considérant pour x la fonction porte Π , $H(x)$ est définie partout sauf aux points de discontinuité de x enfin de $H(x)$ est localement sommable (une distribution lui est associée) [1][8].

En effet, utilisons la nouvelle définition :

$$\int_{t+\varepsilon}^{+\infty} \frac{1}{t-u} du = \lim_{A \rightarrow \infty} \int_{t+\varepsilon}^A \frac{1}{t-u} du = \lim_{A \rightarrow \infty} [-\ln|t-u|]_{t+\varepsilon}^A = -\infty$$

Faisons une discussion selon les valeurs de t .

Pour $t < -1$,

$$\int_{-\infty}^{t-\varepsilon} \frac{\Pi(u)}{t-u} du = 0 \text{ et } \int_{t+\varepsilon}^{+\infty} \frac{\Pi(u)}{t-u} du = \int_{-1}^1 \frac{du}{t-u}$$

Avec ε assez petit, nous obtenons pour $t < -1$ (*i.e* $t + \varepsilon < -1$),

$$H_x(t) = \frac{1}{\pi} [-\ln|t-u|]_{u=-1}^{u=1} = \frac{1}{\pi} \ln \left| \frac{t+1}{t-1} \right| \text{ et de même pour } t > 1$$

Avec $t \in]-1, +1[$

$$H_x(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^{t-\varepsilon} \frac{\Pi(u)}{t-u} du + \frac{1}{\pi} \int_{t+\varepsilon}^1 \frac{\Pi(u)}{t-u} du = \frac{1}{\pi} \ln \left| \frac{t+1}{t-1} \right|$$

Mais la fonction H_x n'est pas définie au point $t=+1$ ou $t=-1$. Les résultats précédents fournissent la même expression logarithmique sur $\mathbb{R}$ privé des points -1 et $+1$. On sait que les deux logarithmes sont intégrables sur des segments contenant ces points et, par conséquent on en déduit que la fonction H_x est localement sommable [7][13].

Soit x une fonction continue et de dérivée continue, équivalente au voisinage des infinis à $\frac{1}{u}$, nous montrons que, $\forall t$, $Hx(t)$ existe et sous les hypothèses faites, $Hx(t)$ est définie par :

$$H_x(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{x(t-v) - x(t+v)}{v} dv$$

en prenant pour définition de H_x , la fonction telle que, là où la limite existe, on ait :

$$H(x)(t) = \frac{1}{\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left[\int_{t+\varepsilon}^{+\infty} \frac{x(u)}{t-u} du + \int_{-\infty}^{t-\varepsilon} \frac{x(u)}{t-u} du \right] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{\varepsilon}^{\infty} \frac{x(t-v) - x(t+v)}{v} dv$$

avec le cas où la fonction H_x obtenue ainsi est localement sommable, ce qui nous permettra de donner un sens à la distribution $[H_x]$ [23][24].

En effet,

Dans les intégrales, le problème des infinis est facilement réglé par une équivalence de la fonction à intégrer.

Au voisinage de $+\infty$ ou $-\infty$,

$$\frac{x(u)}{t-u} \sim_{\infty} \frac{1}{u(t-u)} \sim_{\infty} -\frac{1}{u^2}$$

on en déduit la convergence à l'infini et reste à traiter la discontinuité $u=t$. En faisant les changements de variables $t-u=v$, puis $w=-v$, on est ramené à étudier, pour $A > 0$ fixé

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow A} \left[\int_{\varepsilon}^A \frac{x(t-v)}{v} dv + \int_{-A}^{-\varepsilon} \frac{x(t-v)}{v} dv \right]$$

ou

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow A} \left[\int_{\varepsilon}^A \frac{x(t-v) - x(t+v)}{v} dv \right]$$

Appliquons, à présent le théorème des accroissements finis qui va permettre, ici, de prouver que l'on peut prolonger par continuité au point 0 la fonction sous le signe somme, établissant ainsi que la limite précédente existe et s'exprime par une intégrale ordinaire sur l'intervalle $[0, A]$,

$$x(t-v) - x(t+v) = -2vx(t+\theta v); \theta \in]-1, 1[$$

donc

$$\lim_{v \rightarrow 0} \frac{x(t-v) - x(t+v)}{v} = \lim_{v \rightarrow 0} (-2vx'(t+\theta v)) = -2x'(t)$$

Par continuité de la dérivée, les problèmes de convergence à l'infini étant réglés, on peut remplacer A par $+\infty$ dans les limites précédentes. On a ainsi :

$$H_x(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{x(t-v) - x(t+v)}{v} dv$$

3 RELATION AVEC LA NOTION DE SIGNAL ANALYTIQUE

Dans ce paragraphe, nous supposons que x et H_x sont des fonctions continues, donc localement sommables et les interversions d'intégrales, de limites et les changements de variables sont licites[7][17][23][25].

a) Interprétation de H_x à l'aide d'une convolution

Tenant compte de la définition d'une convolution, on a :

$$\langle [x] * V_p\left(\frac{1}{t}\right), \varphi \rangle = \langle V_p\left(\frac{1}{t}\right), \langle [x], \varphi(t+u) \rangle \rangle$$

Avec φ comme fonction de base. En utilisant la définition de V_p comme limite d'une différence de deux intégrales sur $[\varepsilon, +\infty]$, en effectuant des changements des variables dans chaque intégrale et en échangeant l'ordre des intégrations, montrons le résultat suivant :

$$[H_x] = \frac{1}{\pi} [x] * V_p\left(\frac{1}{t}\right)$$

En effet,

Par des calculs formels, nous obtenons :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x(u)\varphi(t+u)du = \int_{-\infty}^{+\infty} x(v-t)\varphi(v)dv$$

avec un changement des variables $v=u+t$ et la relation analogue où $-t$ remplace t , puis d'abord

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} x(u)\varphi(t+u)du &= \int_{-\infty}^{+\infty} x(v-t)\varphi(v)dv = \langle V_p\left(\frac{1}{t}\right), \langle [x], \varphi(t+u) \rangle \rangle = \\ &= \int_0^{\infty} \frac{1}{t} (\langle x(u), \varphi(t+u) \rangle - \langle x(u), \varphi(-t+u) \rangle) dt \\ \langle V_p\left(\frac{1}{t}\right), \langle [x(u)], \varphi(t+u) \rangle \rangle &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(v) \left[\int_{\varepsilon}^{+\infty} \frac{x(v-t)}{t} dt - \int_{\varepsilon}^{+\infty} \frac{x(v+t)}{t} dt \right] dv \\ \langle V_p\left(\frac{1}{t}\right), \langle [x(u)], \varphi(t+u) \rangle \rangle &= \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x(v-t) - x(v+t)}{t} \varphi(v) dv \right) \end{aligned}$$

donc

$$\langle [x(u)] * V_p\left(\frac{1}{t}\right), \varphi(t) \rangle = \langle \pi[H_X], \varphi(t) \rangle$$

Enfin nous avons :

$$[H_X] = \frac{1}{\pi} [x] * V_p\left(\frac{1}{t}\right)$$

- b) Nous supposons que x et H_X ont toutes des transformées de Fourier, soit au sens des fonctions, soit au sens des distributions et que d'autre part, on peut utiliser le résultat sur la transformée d'un produit de convolution et calculons dans ces conditions, la transformée de Fourier de $[H_X]$ à l'aide de celle de x [4][9][13].

En effet,

On sait que la convolution se transforme par Fourier en produit, on a :

$$\begin{aligned} \mathcal{F}([H_X]) &= \mathcal{F}([x]) \mathcal{F}\left(V_p \frac{1}{\pi t}\right) = \mathcal{F}([x]) \cdot (-i)[\operatorname{sgn}(\lambda)] \\ \mathcal{F}([H_X]) &= -i \operatorname{sgn}(\lambda) \mathcal{F}(X)(\lambda) \end{aligned}$$

Cette dernière formule n'ayant guère de sens que si la transformée de Fourier de x est une fonction et nous pouvons la multiplier par la fonction sgn .

Le signal analytique est, sous les conditions précédentes, défini par la formule (3), tout en déterminant sa transformée de Fourier à l'aide de celle de x et en particulier les signaux analytiques associées respectivement à la fonction cosinus et à la fonction porte [22][23].

En effet, $x+iH_X$ à l'aide de la transformée de Fourier, nous obtenons :

$$\mathcal{F}(x+iH_X)(\lambda) = \mathcal{F}(x)(1+\operatorname{sgn}(\lambda))$$

Or, d'après la définition de la fonction signe, nous voyons que $x+iH_X$ a pour transformée de Fourier la partie unilatérale de la transformée de x et on en déduit que : $Z_X = x+iH_X$. De ce qui précède, le signal analytique associé à la fonction cosinus est $\cos t + i \sin t = e^{it}$. Celui associé à la fonction porte Π est défini par la formule :

$$t \rightarrow \Pi(t) + \frac{i}{\pi} \ln \left| \frac{t+1}{t-1} \right|$$

4 QUELQUES PROPRIETES DES TRANSFORMEES DE HILBERT

Nous déterminons ici trois propriétés des transformées de Hilbert qui seront d'usage pour ce travail [5][7][8][17][19][23][24]:

- a) Nous montrons que le signal x et sa transformée de Hilbert H_x sont en quadrature, ce qui veut dire que leurs spectres d'amplitude sont identiques et que leurs spectres des phases ne diffèrent que de $\pm \frac{\pi}{2}$ tout en sachant que le spectre d'amplitude d'un signal est défini par le module de sa transformée de Fourier, le spectre de phase est défini par son argument réduit. Et de ce fait, x et H_x sont orthogonaux, c'est-à-dire : $\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)H_x(t)dt = 0$ (on supposera que x et H_x sont d'énergie finie et on appliquera la formule de Planchenel-Parseval). Enfin, pour deux signaux x et y , pour lesquels on peut définir H_x et H_y , on a les relations :

$$H(x * y) = Hx * y = x * Hy$$

Et

$$x * y = Hx * Hy$$

En effet, l'usage fait des formules qui lient les transformées de Fourier de x et de celle de H_x , on conclut à l'égalité des modules :

$$|\mathcal{F}(x)| = \mathcal{F}(y)$$

A cause de la présence de $i \operatorname{sgn}(\lambda)$ en facteur, on constate aussi que les arguments diffèrent de $\pm \frac{\pi}{2}$.

Étant donné que x et H_x sont des réels et en appliquant la formule de Plancherel, on obtient :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)H_x(t)dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{F}(x)(\lambda)\mathcal{F}(H_x)(\lambda)d\lambda = -i \int_{-\infty}^{+\infty} |\mathcal{F}(x)(\lambda)|^2 \operatorname{sgn}(\lambda)d\lambda = 0$$

Toutes ces intégrales existent car les fonctions sont supposées d'énergie finie, en particulier la dernière est nulle car elle porte sur une fonction impaire.

Enfin, en considérations des transformées de Fourier, les convolutions se transforment en produits. Dans l'égalité écrite ci-dessous, $-i \operatorname{sgn}(\lambda)$ est affecté, par exemple, à $\mathcal{F}(x)$:

$$\mathcal{F}(H(x * y)) = -i \operatorname{sgn}(\lambda)\mathcal{F}(x * y) = -i \operatorname{sgn}(\lambda)\mathcal{F}(x) * \mathcal{F}(y) = \mathcal{F}(H_x)\mathcal{F}(y)$$

En composant par la transformation de Fourier inverse, on obtient une des relations. En affectant $-i \operatorname{sgn}(\lambda)$ à $\mathcal{F}(y)$, on obtient l'autre relation.

5 QUELQUES APPLICATIONS

En utilisant (a) comme prérequis, nous parlons de la causalité en (b).

- a) Le module du signal analytique Z_x est dit, par définition, l'enveloppe du signal x ou module instantané de x . L'argument du signal analytique est appelé phase instantanée de x et la dérivée de cette dernière est la pulsation instantanée [1][5][8][9][15][17][24].

Avec nos deux exemples $t \rightarrow \cos t$ et $t \rightarrow A \cos(wt + \alpha)$, nous déterminons l'enveloppe, la phase instantanée et la pulsation. Dédoublons que ces définitions coïncident pour ces deux cas à l'amplitude et à la phase des fonctions complexes habituellement associées à ces deux fonctions périodiques. De ces résultats, on calcule l'enveloppe, la phase instantanée, la pulsation instantanée pour la fonction $t \rightarrow \sin(wt + \alpha)$ puis la fonction $t \rightarrow 2C \operatorname{sinc}(2Ct)$, où sinc désigne le sinus cardinal.

En effet, on a vu ci-dessus que le signal analytique associé à $\cos(t)$ était e^{it} . Le module est égale à 1 et la phase instantanée est t dont la dérivée est égale à 1. Il est facile de calculer H_x lorsque $x(t) = A \cos(wt + \alpha)$; on en déduit que l'enveloppe de ce signal w est A (on suppose $A > 0$) et que la phase instantanée est $wt + \alpha$; la dérivée de cette phase est w , c'est bien la pulsation de x . Les définitions données sont bien cohérentes avec ces cas bien connus. Dans le cas de $t \rightarrow \sin(wt + \alpha)$, on trouve facilement que le module est 1 et que la phase est $wt + \alpha + \frac{\pi}{2}$, de dérivée w , pulsation instantanée.

Pour $x: t \rightarrow 2C \operatorname{sinc}(2Ct)$, on se sert de résultats : $\lambda \rightarrow \operatorname{sinc}(\lambda) = \frac{\sin(\pi\lambda)}{\pi\lambda}$. Cette fonction est dilatée de sinc , donc, sachant que cette fonction est réelle et paire, on a : $\hat{x}(\lambda) = \Pi\left(\frac{\lambda}{C}\right)$ et, grâce à la formule précédente, on a la transformée de Fourier de H_x :

$$\mathcal{F}(H_x) = -i \operatorname{sgn}(\lambda) \cdot \Pi\left(\frac{\lambda}{C}\right) = \begin{cases} -i & \forall \lambda \in [0, C] \\ i & \forall \lambda \in [-C, 0] \\ 0 & \text{si non} \end{cases}$$

On en déduit, par la formule de réciprocité [22][24][25]:

$$H_x(t) = -i \int_0^C e^{2i\pi\lambda t} d\lambda + i \int_{-C}^0 e^{2i\pi\lambda t} d\lambda$$

Après les calculs, nous obtenons :

$$H_x(t) = \frac{2}{\pi t} \sin^2(\pi t C)$$

Le signal analytique Z_x est alors défini par :

$$Z_x = x + iH_x = 2C \operatorname{sinc}(Ct) e^{i\pi Ct}$$

d'où l'on déduit que l'enveloppe de x est la fonction $t \rightarrow 2C \operatorname{sinc}(Ct)$. La phase instantanée est πCt , la pulsation instantanée est donc πC .

- b) La causalité est une propriété importante des filtres ; elle signifie que l'effet ne peut apparaître avant la cause. D'ailleurs, si cette propriété n'est pas vérifiée, on dit que le filtre n'est pas physiquement réalisable. On démontre que cette causalité exige que h , réponse impulsionnelle du filtre, vérifie la condition :

$$h(t) = 0 \quad \text{si } t < 0$$

De ce fait, nous montrons que cette condition est équivalente à :

$$h(t) = h(t)u(t)$$

pour tout t réel. En admettant qu'on puisse utiliser les propriétés de Fourier relativement à la convolution, nous montrons que cette condition est équivalente au fait que la réponse en fréquences du filtre, que l'on notera ici plutôt G , soit un vecteur propre de la transformation de Hilbert H (avec $H(G)$ proportionnel à G). Enfin, soient A et B les fonctions partie réelle et partie imaginaire de G , réponse en fréquences du filtre, montrons que la causalité est réalisée si et seulement si, à un signe près, ces fonctions sont transformées de Hilbert l'une de l'autre [17][19][22][23][24].

En réponse, ayant admis la propriété habituelle de F sur la convolution, la relation vérifiée $\forall t$ (réel) :

$$h(t) = h(t)u(t)$$

donne :

$$G(\lambda) = G(\lambda)F(u) = G(\lambda) * \left(\frac{\delta}{2} + \frac{1}{2i\pi} V_p\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right)$$

Finalement :

$$G(\lambda) = \frac{1}{i\pi} G(\lambda) * V_p\left(\frac{1}{\lambda}\right)$$

c'est-à-dire :

$$G(\lambda) = \frac{1}{i\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left(\int_{\lambda+\varepsilon}^{+\infty} \frac{G(u)}{\lambda-u} du + \int_{-\infty}^{\lambda+\varepsilon} \frac{G(u)}{\lambda-u} du \right)$$

En fait, on peut exprimer cette propriété par l'égalité : $H(G) = iG$, ce qui veut dire que la réponse en fréquence est vecteur propre de la transformation de Hilbert H avec la valeur propre i .

Si on pose $G=A+iB$ où A et B sont les parties réelles et imaginaires de G , la traduction de la relation précédente donne $H(A)+iH(B)=i(A+iB)$ [7][23].

On en tire les relations $A=H(B)$ et $B=-H(A)$; autrement dit, les parties réelles et imaginaires sont transformées de Hilbert l'une de l'autre (au signe près)[3][13][15][17][22][25].

ACKNOWLEDGMENT

I would like to thank the Director of my Ph.D thesis, NTANTU IBULA Donatien Ordinary Professor for his advice during the writing of this article.

REFERENCES

- [1] S.M. Ali, S.D Silvey, 1966, *a general class of coefficients of divergence of one distribution from another*. Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Meyhodological)
- [2] C. Berg, JP.R Christensen, P. Ressel, 1984, *Harmonic analysis on Semigroup*, Springer Verlag, New York
- [3] A. Berliet, C. Thomas-Arnan, 2004, *Reproducing Kernel Hilbert Spaces in Probability and Statistics*, Kluwer academic Publishers, London, UK
- [4] Bhattacharyya, Paulink, 2012, *Distributions: generalized functions with applications in Sobolov spaces*, Walter de Gruyter GmbH&Co. KG, Berlin/Bolton
- [5] P. Bremaud, 2001, *Mathematical Principles of signal processing*, Springer-Verlag, New York
- [6] R.M. Dudley, 2002, *Real Analysis and Probability*, Cambridge University Press, Cambridge, UK
- [7] G.B. Folland, 1999, *Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications*. Wiley-Interscience, New York
- [8] B. Fuglede, F. Topsoe, Jensen-Shannon, 2003, *Divergence and Hilbert Space Embedding*, Preprint
- [9] C. Gasquet, Witomski, 1999, *Fourier Analysis and Applications*, Springer-Verlag, New York
- [10] A. Gretton, A. Smola, O. Bousquet, Herbrich, Belitski, Augath, Murayama, Pauls, Schölkopf, Logothetis, 2005, *Kernel constrained covariance for dependence measurement*. In Z. Ghahramani and R. Cowell, editors, Proc. 10th International Workshop on Artificial Intelligence and Statistics
- [11] A. Gretton, K. Fukumizu, CH. Teo, Schölkopf, A. Smola, 2007, *A Kernel method for the two sample problem*. In B. Schölkopf, J. Platt, and T. Hoffman, editors, Advances in Neural Information Processing Systems
- [12] A. Gretton, K. Fukumizu, CH. Teo, Schölkopf, A. Smola, 2008, *A Kernel statistical test of independance*. In J. Platt, D. Koller, Y. Singer, and S. Roweis, editors, Advances in Neural Information Processing Systems 20
- [13] R. Courant, D. Hilbert, 1975, *Methods of Mathematical Physics. Vol 2*, New Delhi: Wiley Eastern Private Ltd
- [14] F. Liese, I. Vajda, 2006, *On divergences and informations in statistics and information theory*. IEEE Trans. Information Theory
- [15] T. Lindvall, 1992, *Lectures on the coupling method*, John Wiley & Sons, New York
- [16] C.A. Micchelli, Y. Xu, H. Zhang, Universal Kernels, 2006, *Journal of Machine Learning research*
- [17] M. Reed, B. Simon, 1980, *Methods of modern mathematical physics: Functions Analysis I*. Academic Press, New York
- [18] W. Rudin, 1991, *Functionnal Analysis*, McGraw-Hill, USA
- [19] A.J. Smola, A. Gretton, L. Song, B. Scholkopf, 2007, *Hilbert Space embedding for distributions*. In Proc. 18th International Conference on Algorithmic Learning Theory, Spring-Verlag, Berlin, Germany
- [20] L. Schwartz, 1966, *Théorie des Distributions*, Paris Hermann
- [21] J.C. Nedlec, 1966, *Notions sur les équations intégrales de la physique : théorie et approximation Palaiseau*, France : Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole Polytechnique
- [22] S. Mallat, 2011, *une exploration des signaux en ondelettes*, Ed. de la polytechnique
- [23] E. Roubine, 1990, *Distributions-Signal*, Eyrolles
- [24] C., Zuily, 2010, *Problèmes de Distributions*, Cassini
- [25] C., Zuily, 2010, *Distributions et Equations aux dérivées partielles*, Paris Hermann.

DIAGNOSTIC PRELIMINAIRE DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX DE L'OUED HASSAR APRES INSTALLATION DE LA STATION D'EPURATION DE MADIOUNA (CASABLANCA, MAROC)

[Preliminary physicochemical diagnosis of water quality of Hassar stream after installing the waste water treatment Plant (wwtp) of Mediouna (Casablanca, Morocco)]

Abdelmottalib NAHLI¹, Soumia HEBABAZE¹, Salah BELMATRIK², and Mohamed CHLAIDA¹

¹Laboratoire d'Ecologie et d'Environnement (LEE), Université Hassan II- Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'sik, BP 7955-Sidi Othmane, Casablanca, Maroc

²Agence de bassin hydraulique Bouregereg Chaouia, Benslimane, Maroc

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

ABSTRACT: Hassar stream is a watercourse of North East of Casablanca suburban which is a tributary of Mellah river. Until the end of 2012, Hassar stream received wastewater in crude state from Mediouna town causing a degradation of its ecological status and adverse effects on the local population. This work aims to make a first assessment of physicochemical water quality of this watercourse after installing the Mediouna StEp started in 2013.

The first results recorded during the first six months of the study (November 2013 to April 2014) shows an improvement in the quality of Hassar stream with dissolved O₂ values reaching up to 8,26 mg/l, COD maximum not exceeding 80 mg/l, a maximum BOD₅ of 14 mg/l, a maximum content of MES 30 mg/l, ammonium ion (NH₄⁺) in concentrations of 0,9 to 7,8 mg / l, orthophosphates from 0,48 to 11,62 mg/l and nitrates from 4,7 to 25,3 mg/l. These results show that the majority of the stations of the Hassar stream have an average to good quality and the beginning of physicochemical resilience of Hassar stream's waters would be initiated.

KEYWORDS: Casablanca, Hassar stream, diagnostics, quality, resilience, wastewater.

RESUME: L'Oued Hassar est un cours d'eau du périurbain Nord Est du grand Casablanca qui constitue un des affluents de l'Oued Mellah. Ce cours d'eau recevait, jusqu'à la fin 2012, les eaux usées brutes de la localité de Médiouna entraînant une dégradation de son état écologique et des effets nuisibles sur la population riveraine. Ce travail a pour objectif de réaliser une première évaluation de la qualité physicochimique des eaux de cet hydrosystème après installation de la StEp de Médiouna et son démarrage en 2013.

Les premiers résultats enregistrés lors des six premiers mois de cette étude (Novembre 2013 à Avril 2014) montrent qu'il y a une amélioration de la qualité de l'Oued Hassar avec des valeurs d'O₂ dissous pouvant atteindre les 8,26 mg/l, une DCO maximale ne dépassant pas les 80 mg/l, une DBO₅ maximale de 14 mg/l, une teneur maximale en MES de 30 mg/l, des concentrations en ion ammonium (NH₄⁺) de 0,9 à 7,8 mg/l, orthophosphates de 0,48 à 11,62 et en nitrates entre 4,7 et 25,3 mg/l. Ces résultats prouvent que la majorité des stations de l'Oued Hassar présentent une qualité moyenne à bonne et qu'un début de résilience physicochimique des eaux de l'Oued Hassar serait amorcé.

MOTS-CLEFS: Casablanca, Oued Hassar, diagnostic, qualité, résilience, eaux usées.

1 INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le Maroc a connu un développement remarquable avec une accélération de diverses activités anthropiques au niveau de plusieurs régions et zones à proximité des grandes villes et aussi en plein milieu rural [1]. L'apparition de nouveaux centres urbains et agglomérations périurbaines a contribué à un accroissement de la production d'eaux usées déversées dans les milieux aquatiques récepteurs souvent sans aucun traitement préalable. Il en résulte des effets écologiques et sanitaires sur les ressources en eau d'autant plus que le Maroc dispose d'un potentiel hydrique limité qui risque de diminuer suite aux périodes de sécheresse touchant plusieurs régions du pays.

La région du grand Casablanca ne fait pas exception à ce constat puisque les quelques petits cours d'eau de la zone (Bouskoura, Hassar, Merzeg..) sont impactés par les déversements d'eaux usées [2] [3] et les nappes d'eaux souterraines (Berrechid et Chaouia côtière) sont déjà surexploitées et de mauvaise qualité [4].

Face à cette situation, la protection et la gestion rationnelle de ces faibles ressources hydriques existantes et la recherche des ressources en eau non conventionnelles sont devenues une nécessité stratégique pour assurer un développement durable de la région. C'est dans cet objectif qu'un schéma d'assainissement liquide et de traitement des eaux usées a été lancé [5] afin de protéger les milieux récepteurs et pour produire en même temps une eau épurée réutilisable en irrigation agricole.

La localité de Médiouna, qui déversait ses eaux usées brutes dans l'Oued Hassar, a bénéficié en 2012, d'un projet de station d'épuration en vue de réduire les impacts directs sur ce milieu et la population [6] et protéger les ressources en eau souterraines. Le système de traitement utilisé est du type biologique couplé à une filtration membranaire qui vise la réutilisation des eaux épurées en agriculture [7] tout en permettant une résilience éventuelle de l'état écologique du milieu récepteur.

Ce travail, qui s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche relatif au diagnostic de l'état de l'environnement aquatique de toute la région de la basse Chaouia marocaine (Casablanca-Settat-Mohammedia), se propose de dresser un état préliminaire de la qualité des eaux de ce cours d'eau une année après le démarrage de la station d'épuration Médiouna.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'Oued Hassar est un cours d'eau à faible écoulement situé au niveau de la grande région du sahel de Mohammedia-Ben Slimane (figure 1) qui correspond à un plateau incliné vers la mer et traversé par les deux longues et larges vallées des Oueds Mellah et Nfikh [8]. Cette même zone fait partie de la région ouest de la Meseta côtière caractérisée par une structure géologique subtabulaire à formations d'âges secondaire, tertiaire et quaternaire (Limons continentaux) succédant à un socle primaire plissé. Ces formations discordantes et constituant une couverture perméable, correspondent à des dépôts quartzitiques du Cambro-Ordovicien, pélitico-basaltiques du Permo-Trias, marno-calcaires du Crétacé et grésocalcaires du Plio-Quaternaire. Le socle paléozoïque, imperméable, plissé et tectonisé, est de nature schisteuse d'âge Cambrien [9].

Le climat de la région de Médiouna est du type méditerranéen subhumide sec qui caractérise généralement le domaine côtier centre atlantique marocain [4]. Toutefois, le phénomène de continentalité influence ce climat et le place dans l'étage bioclimatique semi-aride avec des précipitations annuelles atteignant globalement les 400 mm mais qui subissent une disparité spatiale et des variations annuelles et interannuelles alors que les températures varient entre des minimas et des maximas de 13 à 23°C respectivement [10].

Sur le plan hydrologique, le cours d'eau de l'Oued Hassar drainait une partie des eaux de la nappe phréatique de Berrechid en prenant naissance au niveau de son ancienne source principale, dite Ain Sidi Brahim, située à 3 Km au Nord Est de la localité de Médiouna à une altitude de 155 m. Mais la succession des périodes de sécheresse qu'a connue le Maroc, a contribué à son assèchement et seules quelques sources secondaires, parfois salées, continuent à couler le long du lit de ce milieu plus particulièrement au niveau de sa 1^{ère} zone marécageuse (Ain Haçar) et juste en amont de la retenue de son barrage (Ain Gandoula) (figure 1).

Les activités anthropiques exercées au niveau du milieu se caractérisent par une utilisation des eaux en abreuvement du bétail et en irrigation agricole au niveau de ses deux rives et plus particulièrement en aval de son barrage (Hassar). Ce service socio-économique rendu par cet écosystème a été compromis, pendant plus d'une décennie, suite aux déversements d'eaux usées brutes de la localité de Médiouna avant que cette dernière ne connaisse la mise en place de la station d'épuration.

Toutefois, d'autres infiltrations/écoulements d'eaux usées brutes (grises essentiellement) rurales, associés à des déchets solides ménagers clairsemés, constitueraient encore des facteurs d'impacts sur le milieu au niveau des points de Sidi Brahim et Sidi Hajjaj (figure 1).

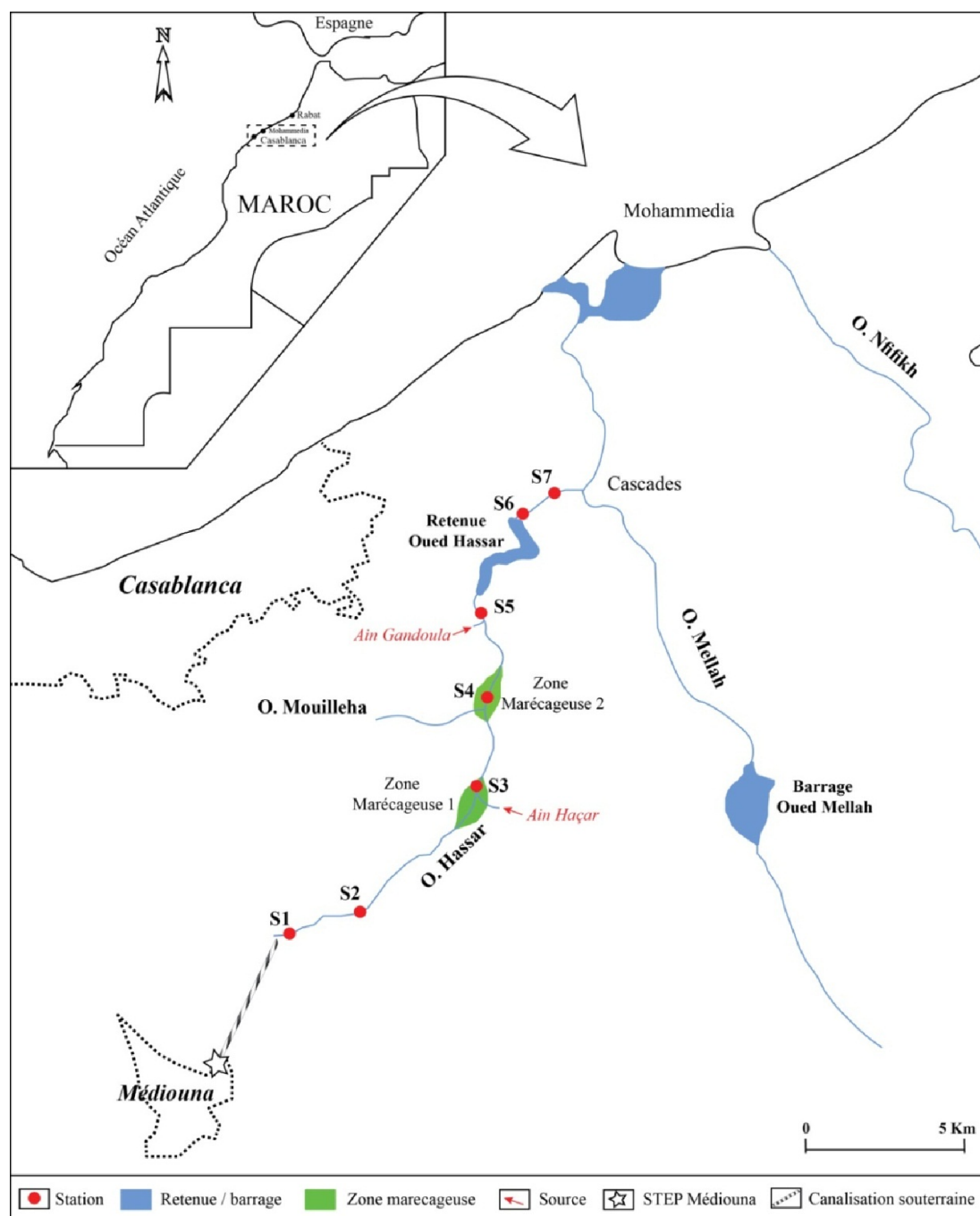


Fig. 1. Localisation du site d'étude et des stations de prélèvement : Point de rejet Médiouna (S1) ; Sidi Brahim (S2) ; Zone marécageuse 1 (S3) ; Zone marécageuse 2 (S4), Sidi Hajjaj (S5), Station après barrage (S6) et Station route Anassi (S7).

2.2 ECHANTILLONNAGE ET TECHNIQUES D'ANALYSES

Les stations de prélèvements fixées pour cette étude, réalisée du mois de Novembre 2013 au mois d'Avril 2014, ont été choisies en fonction de la structure morphologique du tracé hydrologique du cours d'eau décrite précédemment, la nature du lit et du substrat, la proximité des agglomérations rurales et des possibilités d'accès offertes. Ainsi 7 points de

prélèvements d'une profondeur de 30 cm (figure 1) ont été échantillonnés régulièrement une fois par mois, depuis l'amont au niveau du point de rejet (S1) des eaux épurées provenant de la StEp de Médiouna à travers une canalisation souterraine de 4 km, jusqu'à en aval du barrage Oued Hassar au niveau de la route Anassi (S7) en passant par les stations de Sidi Brahim (S2), zone marécageuse 1 (S3), zone marécageuse 2 (S4), Sidi Hajjaj (S5) et station après barrage (S6). Les caractéristiques générales de ces stations sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Localisation et caractéristiques des stations de prélèvement

Station	Coordonnées GPS	Distance par rapport au point de rejet des eaux épurées (Km)	Localité communale	Substrat
S1	33°28'59.0"N 7°29'00.9"W	0	Douar Sidi Brahim	Vase et sédiments sableux
S2	33°28'55.16"N 7°28'45.36"W	1	Douar Sidi Brahim	Vase et galets
S3	33°31'07.0"N 7°26'34.1"W	8	Sidi Moumene	Vase et galets
S4	33°31'29.1"N 7°25'45.9"W	9.1	Hôpital psychiatrique Tit Mellil	Vase et galets
S5	33°32'31.7"N 7°25'31.2"W	11.4	Village Sidi hajjaj	Vase et sédiments sableux
S6	33°35'22.8"N 7°26'06.7"W	18.5	Ouled Sidi Abdennabi	Sédiments sableux et galets
S7	33°36'11.9"N 7°25'46.9"W	21	Ouled Sidi Abdennabi	Vase et sédiments sableux

Au niveau de chaque station, des mesures in situ de la température, pH, conductivité électrique (CE), oxygène dissous (O₂D) et turbidité des eaux sont réalisées respectivement grâce à un thermomètre ordinaire à mercure, un pH-mètre WTW 3310 SET 2 (1/100), un conductimètre LF90 (1/10), un oxymètre WTW Oxi 3310 (1/100) et un turbidimètre EUTCH TN-100 (1/10). Par la suite, des prélèvements d'eau à analyser sont directement effectués dans des flacons en polyéthylène de 500 ml, conservés dans une glacière à 4°C et transportés au laboratoire pour analyse. Les paramètres ayant fait l'objet de ces analyses chimiques sur la base des méthodes normalisées Afnor [11] et homologuées par [12], sont signalés dans le tableau 2.

Tableau 2. Références des méthodes utilisées pour les analyses physico-chimiques

Paramètre	Unité	Norme	Méthode
DBO₅	mg d'O ₂ /l	NF EN 1899 - 1998	Méthode manométrique à Oxitop VELP Scientifica
DCO	mg d'O ₂ /l	NF T 90-101	Oxydation par dichromate de potassium
Nitrates	mg/l	NF T 90-012	Méthode de salicylate de sodium
Nitrites	mg/l	NF T 90-012	Méthode au N-1 naphtyléthylènediamine
Ion ammonium	mg/l	NF T 90-015	Méthode au bleu d'indophénol
Phosphore total	mg/l	NF T 90-012	Dosage après oxydation par peroxidisulfate
Orthophosphates	mg/l	NF T 90-023	Méthode de molybdate d'ammonium
Sulfates	mg/l	NF T 90-040	Méthode néphélométrique
Chlorures	mg/l	NF T 90-014	Méthode volumétrique de Mohr

Les résultats des différentes analyses physicochimiques sont transformés en graphiques présentant la moyenne des 6 mois de prélèvement enregistrée au niveau de chaque station. Un tableau (tableau 3, page 11) des valeurs minimales et maximales a été également présenté et utilisé pour expliquer les évolutions observées.

3 RESULTATS ET DISCUSION

3.1 TEMPÉRATURE (°C)

Les températures des eaux dans les différentes stations varient entre un minimum de 11,2° C signalé au niveau de la station S7 et un maximum de 27,6 °C enregistré en S1 (tableau 3). En dehors de cette valeur élevée de température en S1 et qui correspond à celle des eaux épurées en provenance de la StEp Médiouna, la moyenne globale de la température des eaux est de 18,6° C (figure 2). En dépit de ces valeurs relativement élevées, la température maximale enregistrée reste inférieure à la valeur limite de 30°C fixée par les NMRD [13]. Sur le plan spatial, on remarque que tout au long de nos stations de prélèvements, la température des eaux diminue lentement suite aux échanges avec l'air et le substrat riche en végétation de macrophytes. En se référant à la grille de qualité des eaux mentionnée au niveau des normes marocaines des eaux de surfaces NMES [14], nos valeurs de températures montrent que les eaux d'Oued Hassar sont d'une qualité bonne à excellente. Au même moment, ces valeurs de température restent légèrement inférieures à celles rapportées par [2] et [16] dans le même site ce qui montre que l'effet thermique des eaux épurées reste limité par rapport à celui des eaux usées brutes.

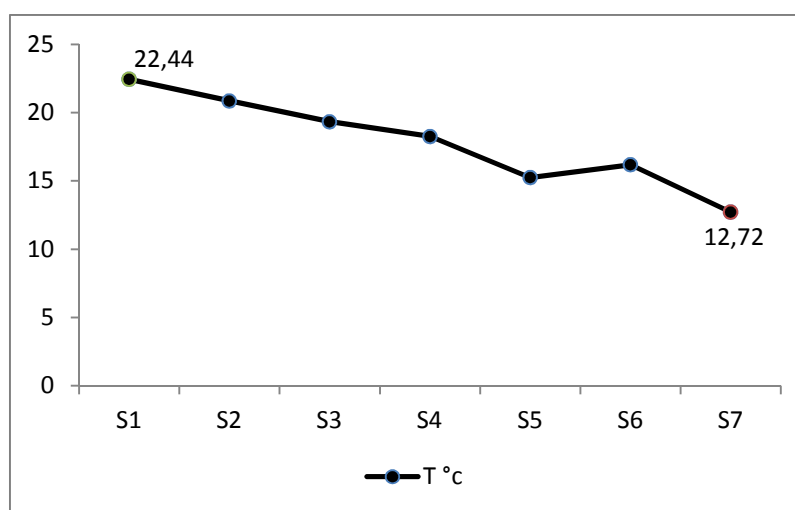


Fig. 2. Variation spatiale des valeurs moyennes de la température

3.2 POTENTIEL HYDROGÈNE (pH)

Le pH des eaux de nos stations de prélèvements varie entre un minimum de 5,72 mesuré en S2 et un maximum de 9,6 enregistré en S6 (tableau 3) mais, d'une manière générale, les pH moyens des eaux des différentes stations restent neutres à légèrement basiques et se situent globalement aux environs de 8,15. Au niveau de la station S1, les valeurs du pH s'inscrivent dans l'intervalle de variation (6,5-9) préconisé par les NMRD [7]. Dans le reste des autres stations, le pH des eaux reste légèrement alcalin à neutre témoignant d'une qualité moyenne à légèrement excellente selon les NMES [14]. Cet état d'alcalinité des eaux d'Oued Hassar serait lié à une forte activité photosynthétique suite au développement des algues et des plantes aquatiques [15]. Ces valeurs de pH vont en paire avec les résultats signalés par [3] et [16] et sont légèrement supérieures à celles rapportées par [2] au niveau du même milieu, par [17] à Oued Boufekrane et par [18] dans la Moulouya.

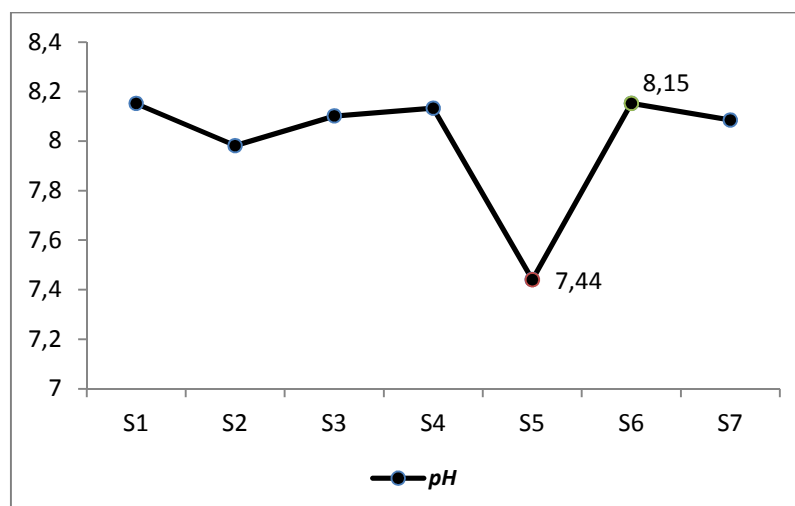


Fig. 3. Variation spatiale des valeurs moyennes du pH

3.3 MATIÈRES EN SUSPENSION (MES) ET TURBIDITÉ

Durant notre période d'étude, les teneurs en MES dans les eaux d'Oued Hassar sont en moyenne égales à 22,94 mg/l avec un minimum de 1 mg/l signalé en S1 et un maximum de 82 mg/l enregistré en S7 (tableau 3). Au même moment, la turbidité des eaux de nos stations varie également dans le même sens entre 4,8 NTU mesurée en S1 et 32,62 NTU relevée en S7.

Globalement, ces deux paramètres présentent une augmentation croissante de l'amont vers l'aval de notre zone de prélèvements avec deux pics de teneurs moyennes maximales en MES et de turbidité enregistrés au niveau des stations S2 (29,16 mg/l et 27,43 NTU) et S7 (41,29 mg/l et 32,62 NTU). Ces pics seraient liés aux infiltrations d'eaux usées grises et aux débris de déchets solides de Douar Sidi Brahim pour la S2 et aux activités de lavage des légumes et des produits maraichères pour la S7. Malgré ces teneurs élevées en MES au niveau de ces deux stations, elles restent inférieures à 50 mg/l ce qui permet de qualifier les eaux de l'Oued Hassar de qualité excellente selon les NMES [14]. Parallèlement, ces teneurs en MES sont largement inférieures à celles signalées par [16] et tout récemment par [2] lorsque les eaux usées de Médiouna se déversaient à l'état brut dans le milieu. La mise en place de la station de traitement biologique associée à une filtration membranaire a éliminer complètement les MES au niveau de l'effluent [7] et ne reviennent légèrement qu'au point de son rejet à Sidi Brahim (S2). Par comparaison à d'autres milieux, nos teneurs en MES demeurent inférieures à celles signalées par [17] à Oued Boufekrane et par [18] à Oued Moulouya.

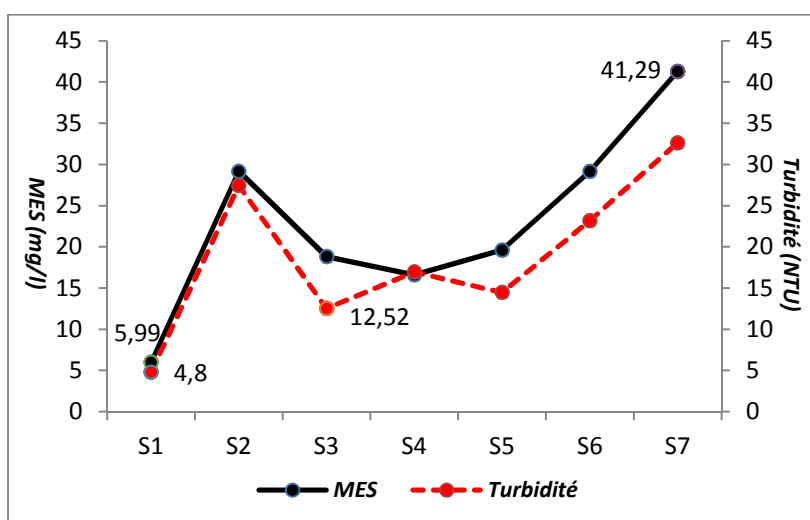


Fig. 4. Variation spatiale des valeurs moyennes de la turbidité et des MES

3.4 MINÉRALISATION (CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE, CHLORURES ET TENEURS EN SULFATES)

Au cours de notre période d'étude, les valeurs de la conductivité électrique (CE) varient entre un minimum de 3320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mesuré en S2 et un maximum de 5570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ signalé en S4 soit une moyenne globale de 4550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tableau 3). Au même moment, cette CE moyenne suit un gradient croissant de l'amont vers l'aval puisqu'elle reste faible en S1 et S2 et augmente globalement à partir de S3. Une diminution de la CE est observée au niveau de S5 suite aux apports des eaux souterraines en provenance de la source d'Ain Gandoula caractérisés par des valeurs de CE plus faibles que celles des eaux d'Oued Hassar. Cette forte ionisation des eaux de notre cours d'eau ne semble pas être liée à l'origine domestique des eaux usées épurées qui se déversent en S1 mais surtout à la nature géologique (triasique) des terrains sous jacents qui sont traversées par les sources des zones marécageuses qui alimentent encore le cours d'eau à partir de la station S3. Ces résultats corroborent ceux rapportés par [2] et [16] dans le même site mais nos valeurs de CE restent supérieures à celles signalées au niveau d'autres cours périurbains similaires recevant des eaux usées plus au moins épurées notamment Oued Bounaim [15], Oued Moulouya [10], Oued Boufekrane [11] et Oued Merzeg [13]. Signalons enfin que la CE générale de nos eaux reste largement supérieure à la valeur limite des 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ préconisée par les NMES [14] ce qui qualifie nos eaux de qualité très mauvaise en terme de CE.

Pour ce qui des chlorures, les teneurs moyennes enregistrées vont de paire avec l'évolution de la CE et montrent une évolution spatiale croissante de l'amont (773,34 mg/l en S1) vers l'aval (1116,78 mg/l en S7). Toutefois, on enregistre un pic de 1394,03 mg/l au niveau de la station S5 (tableau 3) qui serait lié à un apport des eaux d'une source avoisinante affectée par la nature triasique (salifère) des terrains géologiques sous jacents [16]. Par comparaison aux autres travaux antérieurs réalisés sur le même site, la teneur en chlorures des eaux de nos stations reste inférieure à celle signalée par [2] et [12], confirmant ainsi l'effet bénéfique de l'épuration des eaux usées de Médiouna sur le milieu et l'impact de l'assèchement des sources d'eau salées qui l'alimentaient auparavant. Signalons tout de même que nos concentrations en chlorures s'avèrent supérieures à celles rapportées par [13], [14] et [15]. Un niveau élevé des teneurs en chlorures témoigne certes d'une activité anthropique [16] mais il reste souvent lié à la nature de l'environnement géologique local. En effet, cette situation est très réputée au niveau de plusieurs cours d'eau marocains exempte de toute pollution et a été signalée au niveau de l'Oued Tensift dans la région de Marrakech [20] et dans l'Oued Mellah à haut Atlas [21].

En ce qui concerne les sulfates, les concentrations enregistrées dans les eaux de l'Oued Hassar varient entre un minimum de 54,8 et un maximum de 373,3 mg/l signalés respectivement en S6 et S5 (tableau 3). La moyenne globale calculée est de 222,7 mg/l mais avec des valeurs plus élevées en S1 (256,21 mg/l) et S5 (248,78 mg/l). Ces fortes teneurs en sulfates enregistrées au niveau de ces deux stations sont liées respectivement à une surcharge des eaux usées épurées de la StEp Médiouna lors de leur transport dans la canalisation souterraine (en béton armé) et à un déversement des eaux usées grises de la localité Sidi Hajjaj ainsi qu'au lessivage des terrains agricoles avoisinants qui reçoivent des amendements en sulfates d'ammonium [2]. Par référence aux NMES [8], les teneurs maximales des sulfates enregistrées permettent de classer les eaux de notre milieu dans un état de qualité mauvaise. Au même moment, ces valeurs s'avèrent supérieures à celles rapportées par [16] et [2] dans le même milieu et par [3], [19], [21] et [22] dans d'autres cours d'eau marocains.

Globalement, nos valeurs de la conductivité électrique (CE), teneurs en sulfates (SO_4^{2-}) et en chlorures (Cl^-) montrent une minéralisation forte à excessive [23] des eaux de nos stations d'étude et témoignent d'une situation particulière de ce cours d'eau. Cette situation pourra avoir un effet sur les communautés de macroinvertébrés qui vont coloniser les eaux.

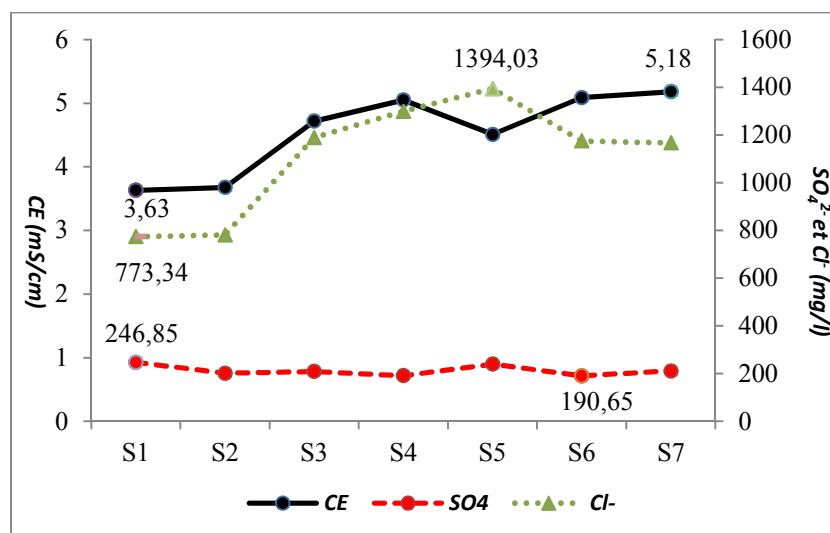


Fig. 5. Variation spatiale des valeurs moyennes de la Conductivité électrique (CE), des chlorures (Cl⁻) et des sulfates (SO₄²⁻)

3.5 OXYGÈNE DISSOUS, DBO₅ ET DCO

Les teneurs en oxygène dissous (O₂D) des eaux de notre milieu varient entre 1,98 et 10,38 mg/l enregistrées respectivement en S5 et S6 avec une moyenne de 6 mg/l pour l'ensemble de nos points d'échantillonnage. Selon les NMES, les concentrations moyennes en O₂D au niveau de la majorité des stations permettent de classer les eaux d'Oued Hassar dans la catégorie des eaux de bonne à excellente qualité à l'exception des stations S1, S2 et S5 qui présentent une qualité moyenne. Cet état de qualité serait lié à l'influence de la canalisation souterraine des eaux épurées de Médiouna et à leur température légèrement élevée pour la première station et à l'effet des impacts anthropiques locaux (eaux grises et déchets solides divers) pour les deux autres. On note également que les teneurs moyennes en O₂D augmentent globalement de l'amont vers l'aval puisqu'elles fluctuent entre 4,89 et 3,82 mg/l au niveau des stations S1 et S2 (tableau 3), augmentent en S3 et S4 vers une moyenne de 7,4 mg/l et restent aux alentours de cette même teneur en aval de la retenue d'Oued Hassar (7.26 mg/l en S6). Cet accroissement amont-aval des teneurs en O₂D dissous serait lié à l'effet positif de la StEp de Médiouna qui a réduit considérablement l'apport des matières oxydables [24] dans le milieu et au développement algal au niveau de ses eaux et plus particulièrement au niveau de la retenue d'Oued Hassar. Ces résultats concordent avec ceux cités par [16] en 2002 dans le même site et non pas avec ce qui a été rapporté par [2] en 2014.

Les valeurs maximales de la DBO₅ mesurées au cours de notre période d'étude restent globalement modérées et varient entre un minimum de 1 mg/l enregistré dans toutes les stations S3 à S7 et un maximum de 23 mg/l noté en S2 (tableau 3). Au même moment, les valeurs moyennes de la DBO₅ montrent un gradient relativement décroissant de l'amont vers l'aval en dépit d'une légère augmentation en S2 et S7. Ces deux derniers pics seraient dus respectivement à la présence d'eaux usées grises et de déchets ménagers venant de Douar Sidi Brahim et à l'effet du lavage des légumes et des produits maraichers au niveau de Douar Sidi Abdennabi en aval de la retenue Hassar. Toutefois, le grand pouvoir autoépuration du milieu [16] et de sa retenue contribuent à améliorer la qualité des eaux qui passe, selon les NMES, d'un état de qualité mauvaise en amont (S1 et S2) à un état de qualité moyenne en aval (S6). Selon la classification des cours d'eau établie par [23], la valeur minimale de la DBO₅ au niveau de notre milieu frôle la valeur limite des 3 mg/l pour qu'il soit classé dans la catégorie des eaux courantes non polluées. Notons enfin que ces résultats de la DBO₅ au niveau de nos eaux corroborent ceux rapportés par [16] dans le même milieu lorsque le barrage était inexistant et le cours d'eau était peu affecté par l'effet des eaux usées brutes de Médiouna et par d'autres impacts locaux à Sidi Brahim et Sidi Hajjaj. Par comparaison à d'autres milieux similaires marocains, nos valeurs de la DBO₅ restent supérieures à celles signalées par [17] et [18] mais elles s'avèrent inférieures à celles rapportés par [3], [19] et [22].

La DCO des eaux de nos stations varient entre un minimum de 9,6 mg/l enregistré en S3 et un maximum de 76,8 mg/l relevé en S2 soit une moyenne globale de 39 mg/l (tableau 3). Ces DCO moyennes stationnelles semblent évoluer de manière relativement similaire avec celles de la DBO₅ et montrent aussi un léger gradient décroissant global de l'amont vers l'aval mais avec parfois des pics plus marqués qui montrent les limites du pouvoir autoépuration du milieu vis-à-vis de certaines formes de pollution reçues localement. Ainsi, la DCO moyenne est de 35,56 mg/l en S1, augmente en S2 suite aux impacts

des rejets du douar sidi Brahim pour atteindre 65,28 mg/l avant de diminuer aux environs de 22-26 mg/l au niveau des stations S3 et S4. Au niveau de la station S5, la DCO moyenne remonte de nouveau pour atteindre 48,96 mg/l probablement suite aux effets des rejets de pollution liés aux activités de l'agglomération de sidi Hajjaj. Après la retenue du barrage Hassar, la DCO diminue légèrement vers une moyenne de 28,28 mg/l en S6 et 35,52 au niveau de la station S7 qui reçoit les eaux du lavage des légumes cultivés sur les deux rives d'Oued Hassar. Par référence à la grille de qualité des NMES, les valeurs maximales de la DCO classent les eaux de notre milieu dans une qualité moyenne à bonne pour S1, S3, S4, S6 et S7 mais mauvaise pour S2 et S5. Au même moment, ces valeurs restent inférieures à celles rapportées par [2] dans le même site et [3] à Oued Merzeg mais elles s'avèrent supérieures à celles rapportées par [18] au niveau d'Oued Moulouya.

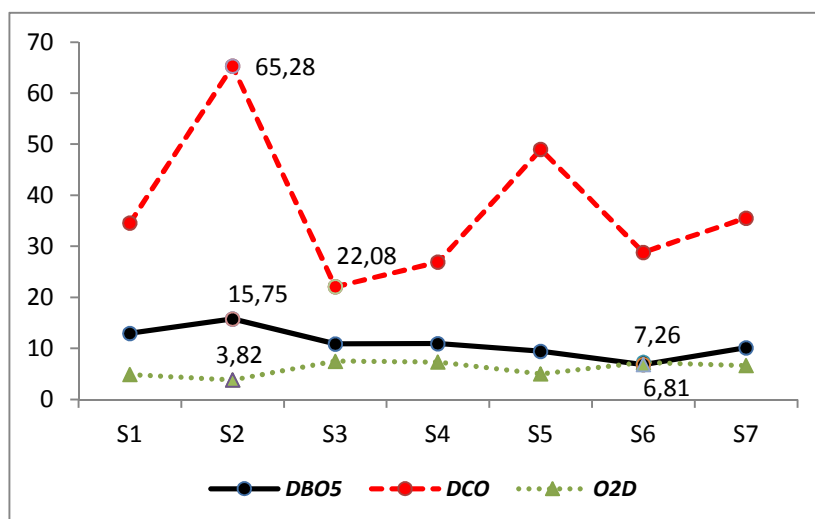


Fig. 6. Variation spatiale des valeurs moyennes de l'oxygène dissous ($O_2 D$), la DBO_5 et la DCO

3.6 AZOTE AMMONIACAL, NITRITES ET NITRATES

Au cours de notre période d'étude, la teneur en azote ammoniacal des eaux varie entre 0,8 et 12,9 mg/l enregistrés respectivement en S7 et S2 soit une moyenne globale de 4,7 mg/l (tableau 3). Toutefois, cette concentration moyenne en azote ammoniacal suit une évolution décroissante de l'amont (4,3 mg/l en S1) vers l'aval (3,22 en S7) mais avec un pic d'augmentation en S2 (Sidi Brahim) où elle atteint 7,5 mg/l. Par comparaison aux NMES, les teneurs moyennes en azote ammoniacal permettent de classer nos eaux dans la catégorie mauvaise voir même très mauvaise ce qui montre que le processus d'épuration et de restauration écologique du cours d'eau est toujours en cours. Toutefois, nos teneurs restent inférieures à celles mentionnées par [2] au niveau du même cours d'eau et à celles rapportées par [3] au niveau de l'Oued Merzeg qui reçoit également des eaux usées relativement épurées. Au même moment, nos concentrations restent supérieures à celles rapportées par [16], il y a douze ans au niveau du même site, et à celles mentionnées par [18] au niveau de l'Oued Moulouya.

Etant donné que les nitrites constituent une forme d'azote transitoire entre nitrates et ion ammonium, leurs teneurs au niveau des eaux de notre milieu restent relativement faibles et varient entre un minimum de 0,08 mg/l et un maximum de 1,12 mg/l enregistrés respectivement en S5 et S2 (tableau 3). Comme pour les autres éléments, la concentration moyenne stationnelle en nitrites suit une évolution décroissante de l'amont (0,51 mg/l en S1) en aval (0,36 mg/l à S7). Des légères augmentations des teneurs en nitrites sont enregistrées en S2 (0,53 mg/l) et S5 (0,46 mg/l) indiquant un degré élevé de pollution azotée probablement lié aux déversements d'eaux grises et aux effets des déchets solides dispersés sur les rives à Sidi Brahim et Sidi Hajjaj. Par comparaison à la situation antérieure, nos concentrations en nitrites au niveau d'Oued Hassar restent inférieures à celles rapportées par [16] dans la plupart de stations étudiées du même site et par [19] à l'Oued Boufekrane. Au même moment, elles restent supérieures à celles rapportées par [3] à Oued Merzeg et par [22] à Oued Bounaim.

Contrairement aux nitrites, l'évolution des teneurs en nitrates suit un gradient croissant de l'amont (8,34 mg/l en S1) en aval (15,16 mg/l à S7). Les fortes valeurs enregistrées en aval du barrage Hassar au niveau des stations S6 (14,22 mg/l) et S7 (15,22 mg/l) seraient liées au processus de nitratisation favorisé lors du passage et de la stagnation des eaux dans sa retenue. Ces valeurs dépassent celles mentionnées par [2] dans le même site, par [3] au niveau d'Oued Merzeg et par [19] à Oued Boufekrane. Par contre, nos valeurs sont inférieures à celles rapportées par [16] dans le même milieu, par [22] à Oued

Bounaim et par [18] à l'Oued Moulouya. Par référence aux NMES, les eaux de notre milieu sont classées dans la catégorie des eaux de bonne qualité puisque les teneurs maximales des nitrates de nos eaux oscillent globalement entre 10 et 25 mg/l.

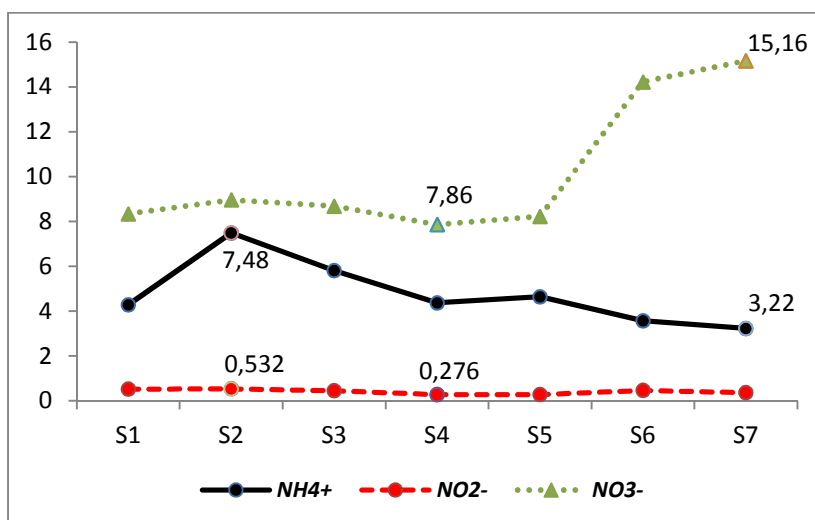


Fig. 7. Variation spatiale des valeurs moyennes de l'ion Ammonium (NH_4^+), des nitrites (NO_2^-) et Nitrates (NO_3^-)

3.7 PHOSPHORE TOTAL (PT) ET ORTHOPHOSPHATES (OT)

Les concentrations du phosphore total (Pt) dans les eaux du milieu fluctuent entre un minimum de 0,3 mg/l enregistré en S6 et un maximum de 22,93 mg/l signalé en S2 (tableau 3) soit une moyenne globale de 5,55 mg/l. Ces concentrations moyennes du Pt suivent un gradient décroissant de l'amont vers l'aval avec un léger pic en S2 qui serait lié aux rejets liquides locaux au niveau de Sidi Brahim. Les teneurs en Pt enregistrées en S1 témoignent de l'état de la qualité des eaux épurées en provenance de la StEp [7] et la diminution de cette teneur de l'amont vers l'aval confirme le fort potentiel autoépuratoire de ce milieu [16]. Par référence au NMES, la teneur en Pt classe les eaux des stations de notre milieu dans la gamme de qualité mauvaise à très mauvaise. En comparaison avec d'autres cours d'eau, les teneurs en Pt de nos eaux sont inférieures à celles rapportées en 2013 par [2] dans le même site et par [22] à Oued Bounaim, et supérieures à celles signalées par [16] à Oued Hassar en 2001, par [3] au niveau d'Oued Merzeg, par [19] à Oued Boufekrane et par [25] à Oued Moulouya.

En ce qui concerne les orthophosphates (OT), les concentrations suivent le même gradient décroissant que celui des teneurs en Pt soit 10,33 mg/l en S1 et 1,76 mg/l en S7 avec une moyenne globale de 4,87 mg/l (tableau 3). La teneur la plus élevée enregistrée en S1 serait liée à la charge importante en orthophosphates des eaux épurées de Médiouna [24]. En comparaison avec d'autres cours d'eau, les teneurs en orthophosphates des eaux de l'oued Hassar sont inférieures à celles citées par [22] à Oued Bounaim, et supérieures à celles signalées par [2] et [16] dans le même site, par [3] au niveau d'Oued Merzeg et par [25] à Oued Moulouya.

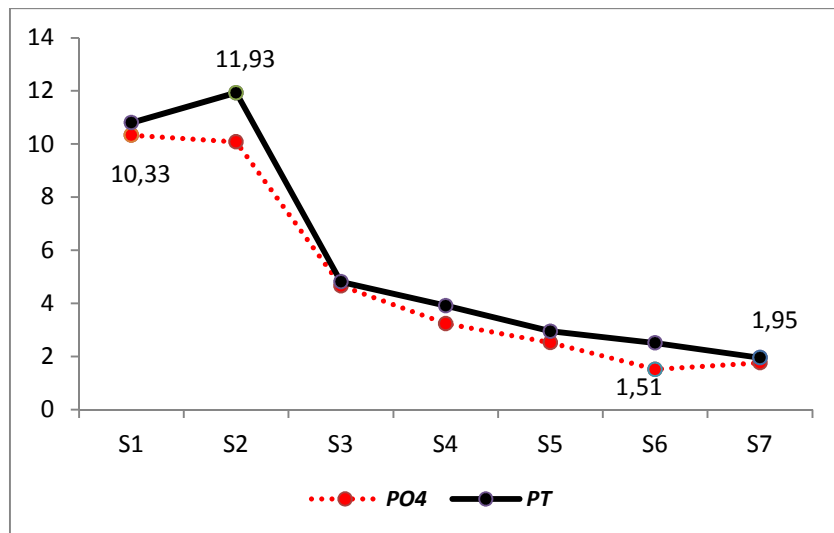


Fig. 8. Variation spatiale des valeurs moyennes des orthophosphates (PO_4^{2-}) et du phosphore total (PT)

Tableau 3. Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux de l'oued Hassar

Stations	S1			S2			S3			S4			S5			S6			S7		
	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX	MIN	MOY	MAX
T (°C)	20,9	22,44	23,7	19	20,86	23,12	17,8	19,34	22,2	15,8	18,26	21,2	13,1	15,24	17,5	14,1	16,18	18,9	11,2	12,72	14
CE (µs/cm)	3350	3630	4080	3320	3670	4070	4120	4710	5470	4470	5050	5750	4020	4500	4810	4310	5080	5710	4500	5180	5690
pH	6,49	8,15	9,22	5,72	7,98	9,15	6,38	8,10	9,29	6,47	8,13	9,02	6,04	7,44	8,61	6,78	8,15	9,6	6,89	8,08	9,5
MES (mg/l)	1	5,99	12	7,14	29,16	72,85	3,8	18,81	40,28	7,14	16,6	28,66	10	19,6	45	18,13	29,15	40	8,75	41,29	82,28
DCO (mg/l)	28,8	34,56	48	57,6	65,28	76,8	9,6	22,08	38,4	19,2	26,88	28,8	38,4	48,96	57,6	19,2	28,8	38,4	19,2	35,52	48
DBO ₅ (mg/l)	4	12,92	21	3	15,75	23	1	10,86	16	1	10,91	20	1	9,42	14	1	6,81	12	1	10,11	19
O ₂ D (mg/l)	3,2	4,89	6,81	2,12	3,82	6,33	4,87	7,48	10,2	4,81	7,31	9,88	1,98	5,01	7,6	5,05	7,26	10,38	3,8	6,62	9,4
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,6	4,28	12,5	2,2	7,48	12,9	2,7	5,8	10,6	2,7	4,36	9,1	0,8	4,63	11,23	1,2	3,56	8,8	0,8	3,22	8,3
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,23	0,51	0,72	0,08	0,53	1,12	0,14	0,44	0,96	0,08	0,27	0,4	0,08	0,27	0,42	0,1	0,46	0,74	0,26	0,36	0,46
NO ₃ ⁻ (mg/l)	3,4	8,34	12,8	4,2	8,96	13,4	4,5	8,68	12,2	4,1	7,86	12,1	4,1	8,22	16,3	4,2	14,22	21,9	4	15,16	25,3
PO ₄ ²⁻ (mg/l)	8,2	10,33	11,62	8,9	10,08	12,15	3,6	4,66	6,04	1,39	3,23	4,5	2	2,52	2,91	0,48	1,51	2,1	0,9	1,76	2,5
PT (mg/l)	8,89	10,80	12,7	9,83	11,93	22,93	4,2	4,81	6,8	2,12	3,91	5,2	2,3	2,95	3,2	0,62	2,51	2,2	1,2	1,95	3,2
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	119,9	246,85	362	58,6	201,35	287,5	118,9	208,87	269	117,25	191,25	244,4	115,95	239,21	373,3	54,8	190,65	296,6	105,3	210,81	277,9
Cl ⁻ (mg/l)	660,72	773,34	890,97	760,83	780,85	820,9	991,08	1188,8	1501,6	1141,2	1298,9	1461,6	1201,3	1394,0	1641,8	1011,1	1174,7	1401,5	981,07	1166,7	1461,6

4 CONCLUSION

D'après ces résultats préliminaires obtenus au cours de notre étude, l'hydrosystème de l'Oued Hassar présente une amélioration de la qualité physico-chimique de ses eaux par rapport à son état antérieur enregistré entre les années 1998 et 2014 avant l'installation de la STEP Médiouna. En effet, le traitement des eaux usées de Médiouna a permis de réduire considérablement leurs charges polluantes, en terme de MES, DBO₅, DCO, éléments azotés et phosphorés, rejetées en amont du milieu au niveau du secteur de Sidi Brahim. Cette épuration constituerait un facteur favorable à un début de résilience physicochimique des eaux du milieu qui se traduit par une augmentation de la teneur en O₂ dissous et une diminution de la DCO et de la DBO₅ tout au long du cours d'eau. Ainsi l'état physicochimique global des eaux de notre milieu semble évoluer vers son état antérieur d'avant 1998 et par référence au NMES, nos eaux sont déjà classées dans une gamme de qualité moyenne à bonne. Toutefois, cette qualité reste légèrement affectée par les teneurs relativement élevées en éléments azotés et phosphorés des eaux épurées et par les effets des rejets liquides et de déchets ménagers des douars et localités riveraines (Sidi Brahim et Sidi Hajjaj). Plus en aval, le milieu semble retrouver son potentiel d'autoépuration naturelle grâce à la retenue Hassar qui permet la stagnation des eaux et contribuerait à l'élimination d'une bonne partie de leurs charges azotée et phosphatée.

Cette amélioration de la qualité des eaux du milieu serait à l'origine de sa recolonisation par une biocénose aquatique adaptée. Ainsi, nos travaux de recherche se focaliseront, prochainement, sur ce volet hydrobiologique du milieu en vue de déterminer son état de résilience sur le plan bioécologique.

RÉFÉRENCES

- [1] Haut-commissariat du plan (HCP), "Monographie de la région de Casablanca", pp. 142, juillet 2010.
- [2] S. Fouad, N. Cohen, K. Hajjami et M. Chlaïda, "Qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de l'Oued Hassar: impacts des eaux usées de la localité de Médiouna (périurbain de Casablanca, Maroc)", ScienceLib Editions Mersenne: Volume 5, N° 130113, ISSN, pp. 2111-4706, 2013.
- [3] J. Mounjid et al. , "Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique du cours d'eau Merzeg (périurbain de Casablanca, Maroc)" Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°18, pp. 31-51, 2014.
- [4] Agence du Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia (ABHBC), "Etude d'évaluation des eaux de surface de la zone d'action de l'agence du bassin hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia", 21 p., 2012.
- [5] Lyonnaise des eaux Maroc (LYDEC), "Rapport d'activités 2013 ", 78 p. , 2013.
- [6] S. Fouad, M. Chlaïda, A. Bbelhouari, K. hajjami, N. cohen, " Qualité bactériologique et physique des eaux de l'Oued Hassar (Casablanca, Maroc): Caractérisation et analyse en Composantes principales", Les Technologies De Laboratoire, Volume 8, N°30. ISSN:1114-9981, 2013.
- [7] C. Brand , M. Chlaïda, S. Mastadi , N. Sakhraoui et M. Kraume . "Full Scale Membrane Bioreactor (MBR) for Wastewater Reuse in Urban Agriculture in Casablanca, Morocco". Proceeding Water Reuse 2013 Conference (27-31 October 2013, Windhoek, Namibia), 2013.
- [8] Agence du Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia (ABHBC), "Etude d'évaluation des eaux de surface de la zone d'action de l'agence du bassin hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia", mission 1, 43p. ,2004.
- [9] A. Khatami, "Hydrogéologie du sahel de Mohammedia-Ben Slimane : Etude hydrochimique, indices des irrigations et des apports atmosphériques sur l'évolution des eaux et des sols", Thèse 3ème cycle. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 205 pp. , 1992.
- [10] Province de Médiouna, "Monographie de la province de Médiouna", pp. 58, 2007.
- [11] Afnor, "Recueil de normes françaises: qualité de l'eau", 3^e édition, 1999.
- [12] J. Rodier et al. , "L'analyse de l'eau, 8ème édition". DUNOD, Paris, France, 1996.
- [13] Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement (SEEE), "Normes marocaines des rejets directs", 2007.
- [14] Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement: Normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux, BULLETIN OFFICIEL n° 5062 du 5-12-2002.
- [15] A. Badri, "Influence des crues sur les écosystèmes lotiques du Haut Atlas. Etude des perturbations et des mécanismes et de recolonisation à travers les peuplements d'algues et d'invertébrés. Thèse d'état, Univ. Cadi Ayad Fac. Des sciences Semlalia Marrakech, P. 207, 1993.
- [16] B. Fawzi, M. Chlaïda, S. Oubraïm, M. Loudiki, B. Sabour Et A. Bouzidi, "Application de certains indices diatomiques à un cours d'eau marocain : Oued Hassar", Rev. Sci. Eau 14/1 pp. 73-89, 2001.

- [17] L. Karouch et al. , "Bio-évaluation de la qualité des eaux de l'Oued Boufekrane (Meknès, Maroc), biomatec echo , volume 3, number 6, pp. 6 – 17, 2009.
- [18] M. Makhoukh et al. , "Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental) larhyss journal, issn 1112-3680, n° 09, pp. 149-169, 2011.
- [19] H. Lamrani et al. , "Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique de l'Oued Boufekrane au voisinage des effluents de la ville de Meknès (Maroc)", ScienceLib., Editions Mersenne : Volume 3 , N ° 111112, ISSN 2111-4706, 2011.
- [20] Z. Talami, "Application des méthodes biologiques et chimiques pour la détermination de la qualité des eaux des rivières du haut Atlas marocain. Cas des Oueds tensift, oukaimden et ourika. Thèse de 3 ème cycle , Fac. Sci. Seml., Marrakech, P. 206, 1998.
- [21] A. Bouzidi, "Recherches sur les cours d'eau des massifs du Hauts-Atlas (Maroc). Bio-écologie des macro-invertébrés et distribution spatiale des peuplements", Thèse d'Etat. Uni. Aix-Marseille III, pp. 190, 1989.
- [22] M. Abouelouafa et al. , "Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaïm, Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 2002, Vol. 22 (3): 143-150, 2011.
- [23] M. Nisbet et J. Vernaux, "Composition chimique des eaux courantes : Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques", Annls limnol. 6 (2) , pp. 162-190, 1970.
- [24] S. Mastadi, "Mise en état de fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration des eaux usées de Mediouna", Mémoire de fin d'étude, Master SGE, Fac. Sc. Ben M'sik, pp: 68., 2013.
- [25] M. Doubi et al. , "Contribution à l'étude physico-chimique de l'Oued Moulouya et un affluent au niveau de la région d'Outat el Haj", Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°16, pp. 91-104, 2013.

Impact de la décharge d'Akouédo (Abidjan - Côte d'Ivoire) sur les populations: étude socio-économique et environnementale

[Impact of Akouedo landfill (Abidjan - Côte d'Ivoire) on the populations: socio-economic and environmental study]

Oi Adjiri ADJIRI¹⁻², Combo Kouassi MAFOU³, and Pascal Kouamé KONAN⁴

¹Département des Sciences et Techniques de l'Eau et du Génie de l'Environnement (DSTEGE), UFR SRTM, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²UFR de l'Environnement, Université Jean LOROUGNON GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

³UFR Sciences sociales, Université Jean LOROUGNON GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

⁴UFR Sciences de l'Homme et de la Société, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny, 09 BP 1841 Abidjan 09, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: The Wild landfill of Akouedo welcomes all waste from Abidjan district for 50 years, currently more than one million tonnes of waste per year. For several years, considerable damage and disasters are attributed to this landfill whose exploitation is the most succinct like what happens in major African cities. Previous studies have shown that the environment of this discharge is completely polluted. It therefore represents a risk not only to human health but also for the lagoon ecosystem and the slick of Abidjan. The objective of this study is to make states places in the aim to better understand the significance of impacts, characterize the types of occupation of the site planned for the landfill and to conduct a survey of local residents and users (actors operating on the landfill site: recuperators, farmers and traders) to better assess the impact of this discharge on the socio-economic situation of the latters. The outcome analysis of the description of the physical setting has proven, through the impacts observed, that the discharge adversely affects the environment and the living cadre of Abidjan populations in general and riparian in particular. However, the landfill site is the seat of intense cultural activities and recovery. The crops grown are mostly market gardening (okra, tomatoes ...) and food (banana, cassava, corn ...). On the other hand, the socio-economic analysis arising from the survey of local residents and users of the landfill indicated that the activities of recovery and cultivation operated on the site is an important source of income for the latters.

KEYWORDS: Akouedo, landfill, riparian, users, environment, socio-economic.

RESUME: La décharge sauvage d'Akouédo accueille la totalité des déchets produits par le district d'Abidjan depuis 50 ans, soit actuellement plus de 1 000 000 tonnes de déchets par an. Depuis plusieurs années, des dommages et catastrophes considérables sont attribués à cette décharge dont l'exploitation est des plus sommaires à l'instar de ce qui se passe dans les grandes villes africaines. Des études antérieures ont montré que l'environnement de cette décharge est totalement pollué. En conséquence, elle représente un risque non seulement pour la santé publique, mais également pour l'écosystème lagunaire et la nappe d'Abidjan. L'objectif de cette étude est de faire un état des lieux afin de mieux appréhender l'importance des impacts, de caractériser les types d'occupation du site prévu pour la décharge et de faire un sondage auprès des riverains et des utilisateurs (acteurs opérants sur le site de la décharge : récupérateurs, cultivateurs et commerçants) afin de mieux apprécier l'influence de cette décharge sur la situation socio-économique de ces derniers. L'analyse issue de la

description du cadre physique a prouvé, à travers les impacts constatés, que la décharge affecte négativement l'environnement et le cadre de vie des populations abidjanaises en générale et riveraines en particulier. Cependant, le site de la décharge est le siège d'intenses activités culturelles et de récupérations. Les cultures pratiquées sont pour la plupart maraichères (gombos, tomates...) et vivrières (banane, manioc, maïs...). D'autre part, l'analyse socio-économique découlant du sondage auprès des riverains et utilisateurs de la décharge a indiqué que, les activités de récupérations et culturelles opérées sur le site constituent une importante source de revenus pour ces derniers.

MOTS-CLEFS: Akouédo, décharge, riverains, utilisateurs, environnement, socio-économique.

1 INTRODUCTION

Toute société s'accroît. Toutefois, cette croissance finit toujours par atteindre un plafond où elle devient improductive. Ce phénomène peut découler d'une mauvaise gestion, de programmes mal conçus, d'installations inadéquates, etc. Les effets négatifs du processus d'urbanisation en Afrique en témoignent de façon éloquent. L'urbanisation apporte certes à la société un nouveau mode de vie, lui ouvre de nouveaux horizons, mais lui procure de nouvelles compétences et l'engage dans un processus d'apprentissage. Cependant, une urbanisation galopante pose de graves problèmes de gouvernance : les facteurs d'optimisation s'affaiblissent et les capacités institutionnelles deviennent insuffisantes [1]. Ainsi, l'urbanisation rapide et "sauvage" des pays d'Afrique a causé la détérioration de l'environnement. L'une des conséquences les plus inquiétantes réside dans les problèmes de gestion des déchets solides, liquides et toxiques. Il suffit de traverser quelques grandes villes pour rencontrer une kyrielle de décharges sauvages [1], [2].

Des incidents tels que le déversement des déchets toxiques en Août 2006 à Abidjan, montrent que le problème de gestion des déchets a atteint des proportions telles que les mesures prises à différents niveaux d'administration se sont avérées infructueuses.

Pourtant, pour faire face au défi d'élimination sécuritaire des déchets dans la capitale économique, la ville d'Abidjan s'est dotée depuis 1965, d'une décharge contrôlée à ciel ouvert. Elle est située entre 396 000 m et 397 500 m en abscisse et entre 588 000 m et 592 500 m en ordonnées dans le référentiel UTM (Universal Transverse Mercator), fuseau 30N. Elle s'inscrit dans un sous bassin versant d'une superficie d'environ 70 km². Elle est encadrée au nord, par le champ captant Nord Riviera (NR) de la Société de distribution d'eau potable de Côte d'Ivoire (SODECI) et certains quartiers de la commune de Cocody (Riviera faya et les Lauriers 8, 9 et 10), à l'ouest par le village Akouédo et la Riviera 3 côté lycée français, à l'est par le village Akouédo Attié et au sud par la baie de M'Badon qui s'ouvre sur la lagune Ébrié (Figure 1). La géologie de la zone d'Akouédo est dans sa grande majorité celle du bassin sédimentaire côtier ivoirien. La lithologie de la zone est constituée de haut en bas de sables argileux, de sables moyens et de sables grossiers reposant sur un socle granitique et schisteux se situant à une profondeur moyenne de 120m [3]. Ce bassin sédimentaire recèle trois types de nappes dont l'importance est fonction de la nature des sédiments : la nappe l'aquifère du Quaternaire ; celle de l'aquifère du Crétacé supérieur et celle de l'aquifère du Continental Terminal. Dans la zone d'Akouédo se développe l'aquifère du Continental Terminal destiné à alimenter toute la ville d'Abidjan en eau potable.

Des études antérieures ont montré que le site de la décharge est totalement pollué [3], [4], [5], [6]. Toutefois, peu d'études décrivent et caractérisent les types d'occupation du site outre les activités d'enfouissement des déchets, son impact sur la santé des populations et sa contribution aux critères de choix des techniques de gestion et d'aménagement. C'est pour répondre à cette préoccupation que nous avons initié la présente étude qui a pour objectif principal la caractérisation des niveaux d'occupation du site de la décharge. Il s'agit de façon spécifique (1) de faire une analyse de l'état des lieux, (2) de caractériser les niveaux d'occupation du site et (3) de faire un sondage aux riverains pour apprécier l'impact de la proximité, de l'occupation ou de l'exploitation du site sur l'environnement physique et social.

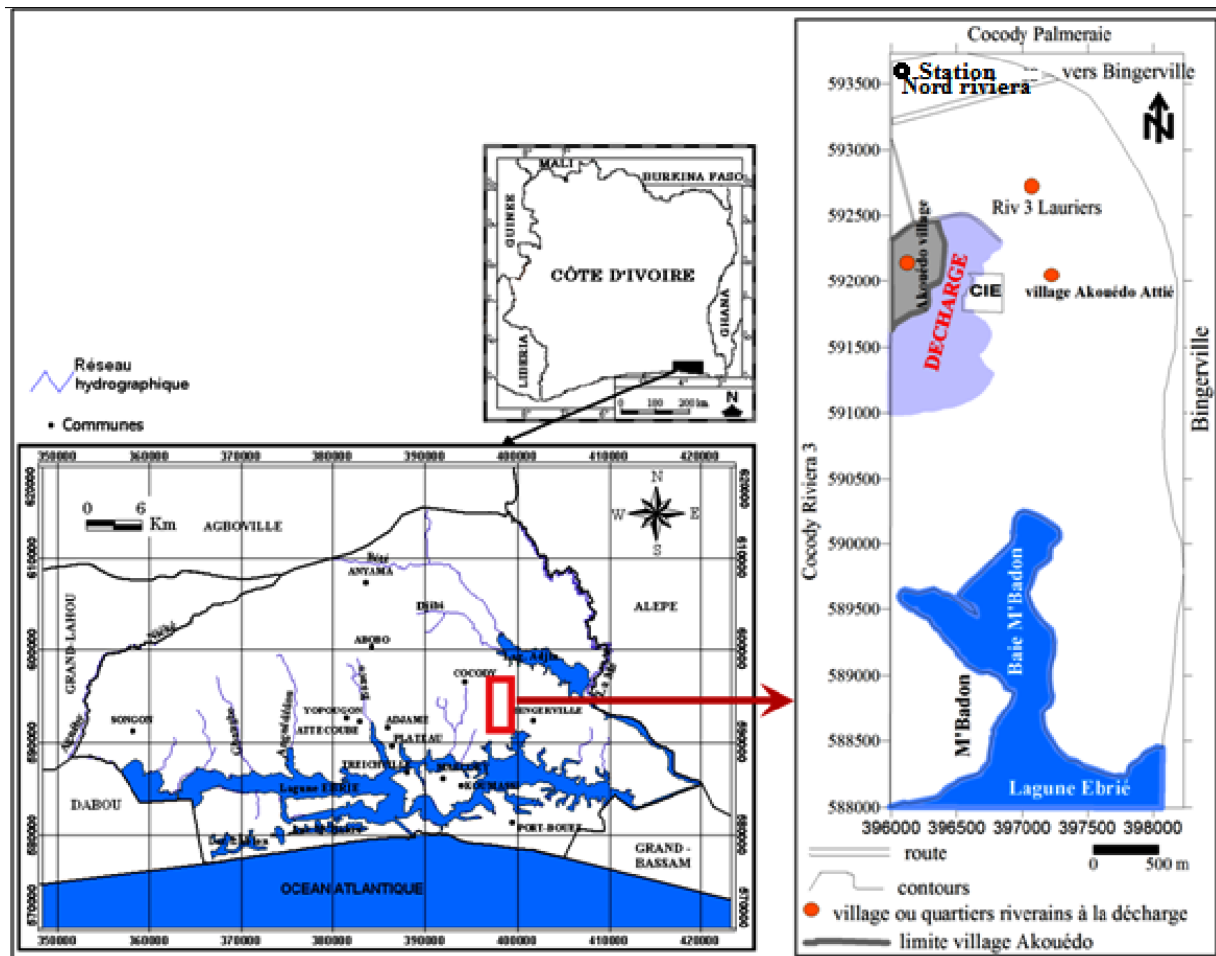


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude socio-environnementale d'une décharge passe nécessairement par une analyse de l'état des lieux et une caractérisation des types et niveaux d'occupation du site. Aussi, un sondage auprès des riverains et des utilisateurs (récupérateurs, les cultivateurs et les commerçants opérant sur la décharge) du site permettrait de mieux visualiser l'influence de la proximité ou de l'exploitation du site sur le mode de vie des populations. Ainsi, pour une meilleure analyse de l'état des lieux, nous avons effectué une visite, le jeudi 16 février 2006 sur le site de la décharge de 8h 30 à 11h 15mn. Cette visite a été faite sous la conduite d'un travailleur du groupe EOULEE, Société à responsabilité limitée ayant en charge les études des possibilités de réhabilitation du site. Elle avait pour objet essentiel de nous amener à mieux connaître et appréhender les réalités du site d'étude, ses limites géographiques, les zones sensibles et les zones non exploitées. Cette visite nous a permis, à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin, d'enregistrer les coordonnées des points critiques et des différentes activités s'opérant sur le site. Aussi, elle a permis d'établir, sous autoCAD, un schéma d'exploitation et d'occupation du site. Ce schéma, superposé aux données cartographiques fournies par le groupe EOULEE (carte topographique à échelle 1/2000) et par la direction de l'environnement et de l'hygiène du district d'Abidjan (plan cadastre de la décharge), a permis d'élaborer la carte d'occupation du site. Le sondage auprès des riverains et des utilisateurs du site a été fait à partir de questionnaires. Auparavant, le choix de la taille de l'échantillon et la conception des outils de collecte des données que sont les fiches d'enquêtes et un plan d'échantillonnage ont été établis. Pour une enquête faite auprès des populations, trois facteurs déterminent essentiellement la taille de l'échantillon. Ce sont :

- la prévalence estimative de la variable étudiée (ici l'impact de la décharge sur l'environnement physique et social);
- le niveau de confiance visé ;
- la marge d'erreur acceptable.

Pour cette étude, une taille unique a été considérée du fait de l'extrême similitude du caractère socio-environnemental de ces deux groupes de population (les riverains et les utilisateurs). La taille de l'échantillon a été donnée par l'expression suivante [7], [8], [9]) :

$$n = t_{\alpha}^2 \cdot p \cdot (1-p) \cdot c / m^2$$

Avec

- n** : taille de l'échantillon
- t** : niveau de confiance à 95% ($t_{\alpha} = 1,96$)
- m** : marge d'erreur à 14%
- c** : facteur correctif pris égal à 2 dû au fait qu'on a un sondage aléatoire stratifié.
- p** : prévalence estimative de la variable étudiée dans la zone du projet.

N'ayant aucune information précise sur la fréquence relative du phénomène étudié (influence socio-environnementale de la décharge), nous avons pris le produit $p(1+p)$ le plus élevé pour mieux considérer l'échantillon. Etant donné p compris entre 0 et 1 le produit $p(1+p)$ est maximal si $p = 0,5$ d'où la taille de notre échantillon est $n = 98$.

Après avoir déterminé cette taille minimale, pour tenir compte des pertes dues aux non réponses ou les erreurs d'enregistrement, nous avons majoré la taille calculée de 2%. Ainsi, la taille de l'échantillon passe à 99,96. Toutefois, il n'y a pas de raison statistique logique de s'en tenir exactement à la taille de l'échantillon calculée et le nombre peut être ajusté en cas de nécessité, soit une taille définitive $n_f = 75$ par groupe enquêté soit au total 150 personnes à enquêter.

Ces fiches d'enquêtes ont été par la suite dépouillées à l'aide du logiciel EpiData 3.1, après réalisation d'un masque de saisie des réponses aux questions et la mise au point d'une base de données regroupant l'ensemble des données crédibles collectées. Les fiches d'enquêtes dans leur conception permettaient la vérification des réponses obtenues. Toutes celles qui comportaient des anomalies ont été retirées du dépouillement.

EpiData dans sa conception, inclut la sauvegarde des données et exporte au format texte, dBase III, Excel, et Stata. Pour ce travail, nous avons exporté les données au format Excel pour le traitement.

3 RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE DE LA DECHARGE

Le site de la décharge a une longueur de 2 km du nord au sud et une largeur variant de 200 m dans sa partie nord, 500 m au centre et 100 m à l'extrémité sud avec une superficie totale estimée à 100 ha 01a 95ca soit 1,000101 km² selon le plan cadastre fourni par le district d'Abidjan. Elle est bornée par une route d'accès Nord-Sud et occupe un ravin dans la même direction. Ce ravin s'étend jusque dans une baie d'eau salée de la lagune Ebrié (baie de M'Badon) à moins de 2,1 km. Le creux du ravin avait une altitude initiale de 31,9 m dans la partie nord de la décharge et de 12,6 m à l'extrémité sud du site d'enfouissement (Figure 2).

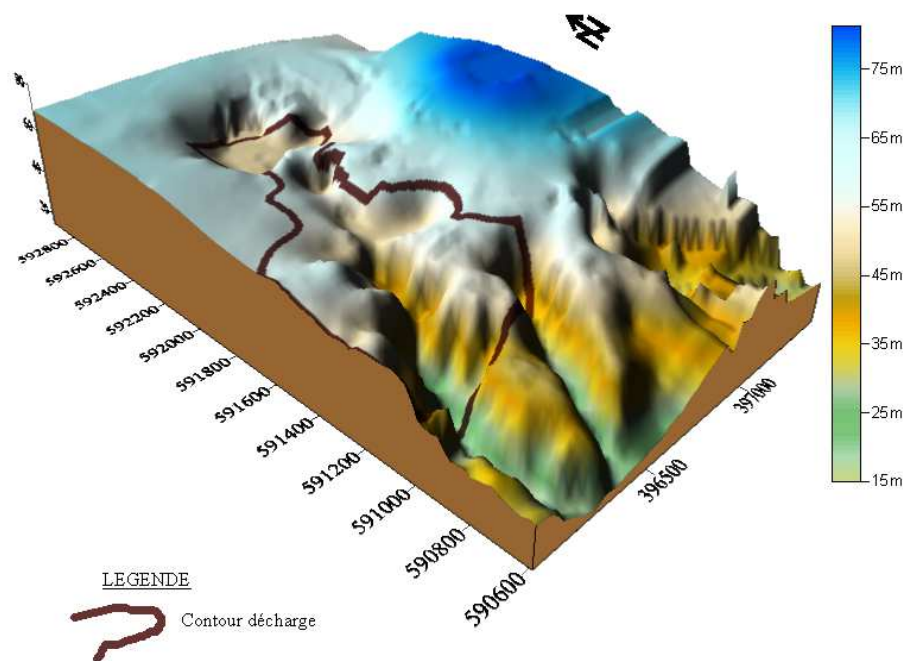


Fig. 1. Modèle numérique de terrain de la décharge d'Akouédo

Cette décharge reçoit tous les types de déchets, des toxiques-dangereux (des déchets industriels, biomédicaux, des abattoirs...) aux déchets ménagers. Aujourd'hui l'amoncellement des déchets s'élève de 4 à 8 m par endroits au-dessus du niveau de la route et s'abaisse graduellement vers l'Est. Les lixiviats qui suintent de la masse de déchets sont drainés de manière anarchique sous les tas d'ordures avant de se déverser dans le ravin dans sa zone est. Dans cette zone, le lixiviat forme en amont une mare d'une superficie d'environ 200 m², avant d'être drainé en aval topographique en direction de la baie de M'Badon. Cette marre contient également des eaux résiduares provenant des quartiers Lauriers 8, 9 et 10. Le collecteur des eaux usées de ces quartiers débouche directement sur cette marre. Les eaux de cette marre sont nauséabondes, noirâtres et recouvertes de pellicule épaisse au reflet argenté. Elle réalise donc une véritable purée ou un bouillon de culture microbienne. Le rejet liquide émanant de cette mare, s'infiltre en profondeur et traverse la zone Sud de la décharge puis ressort sous la forme d'un ruisseau de couleur noirâtre en aval de la décharge. Ce rejet d'aspect noirâtre, caractéristique d'une pollution organique et microbienne, parcourt par intermittence, la décharge et toute la vallée jusqu'à la baie de M'Badon où le CIAPOL dispose depuis 1992 d'une station de surveillance de la lagune Ebrié. Cette zone couverte de vases est singulièrement d'accès difficile et dangereuse.

3.2 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT SOCIAL

La visite effectuée nous ont permis de constater que l'urbanisation rapide de la ville d'Abidjan a permis l'extension des villages d'Akouédo, d'Akouédo Attié et la création de nouveaux quartiers de la Riviera 3. On peut citer entre autres les Lauriers 8,9, 10 et Génie 2000. Aussi, les lieux d'habitation sont à la limite de la décharge. Cette visite nous ont également permis de constater que se déroulent sur le site de la décharge, d'intenses activités, notamment les activités de traitement des déchets assurées par la société PISA –IMPEX, qui consiste seulement à l'étalement des déchets et certaines activités économiques. Entre autre activité économique, on dénombre des activités agraires telles les cultures maraîchères (gombos, piments, tomates...) et vivrières (banane, manioc, maïs...). Les plantations de banane et de manioc sont organisées généralement sur de grandes superficies (≈2 ha). La majorité des récoltes issues de ces cultures sont consommées dans la zone. Les zones non exploitée sont encore brutes, riche en faune (Figure 3).

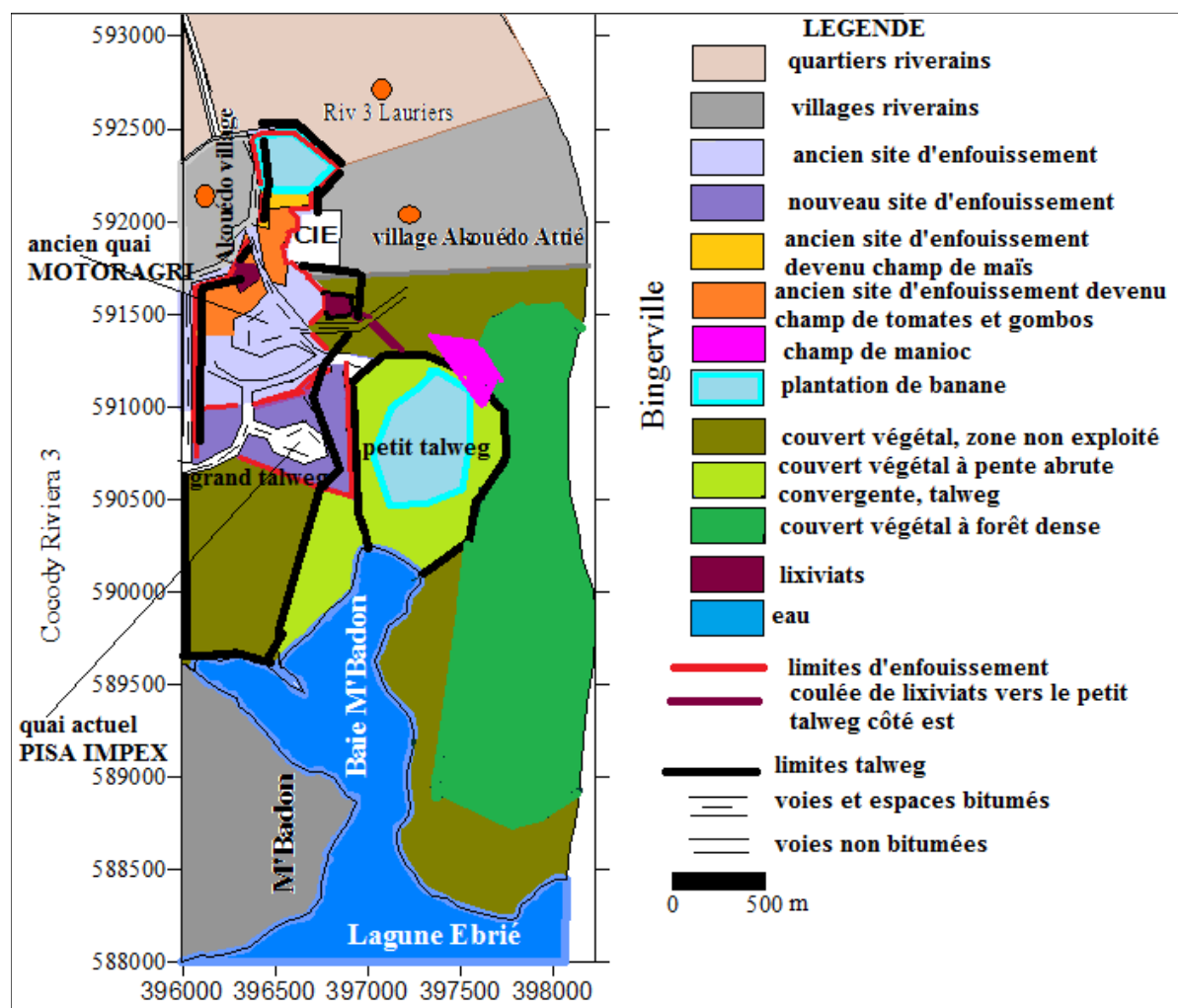


Fig. 3. Carte d'occupation du site prévu pour la décharge

On y rencontre également des récupérateurs informels. La plupart de ces récupérateurs travaillent sur le site avec leurs familles (nucléaires) ou des adolescents recrutés pour ces activités de récupération.

3.3 RESULTATS DU SONDAGE AUPRES DES RIVERAINS ET UTILISATEURS

3.3.1 CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES ET SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

Plus de 34% des enquêtés utilisateurs (fouilleurs, récupérateurs, cultivateurs, vendeurs, acheteurs...) et riverains de la décharge d'Akouédo, ont fait au moins 10 ans dans la zone d'Akouédo. Ceux qui viennent de s'y installer sont les moins nombreux et représentent 16% chez les utilisateurs et 10% chez les riverains. L'âge moyen des utilisateurs rencontrés sur le site de la décharge est de 29 ans. Celui des riverains est de 32 ans (Figure 4).

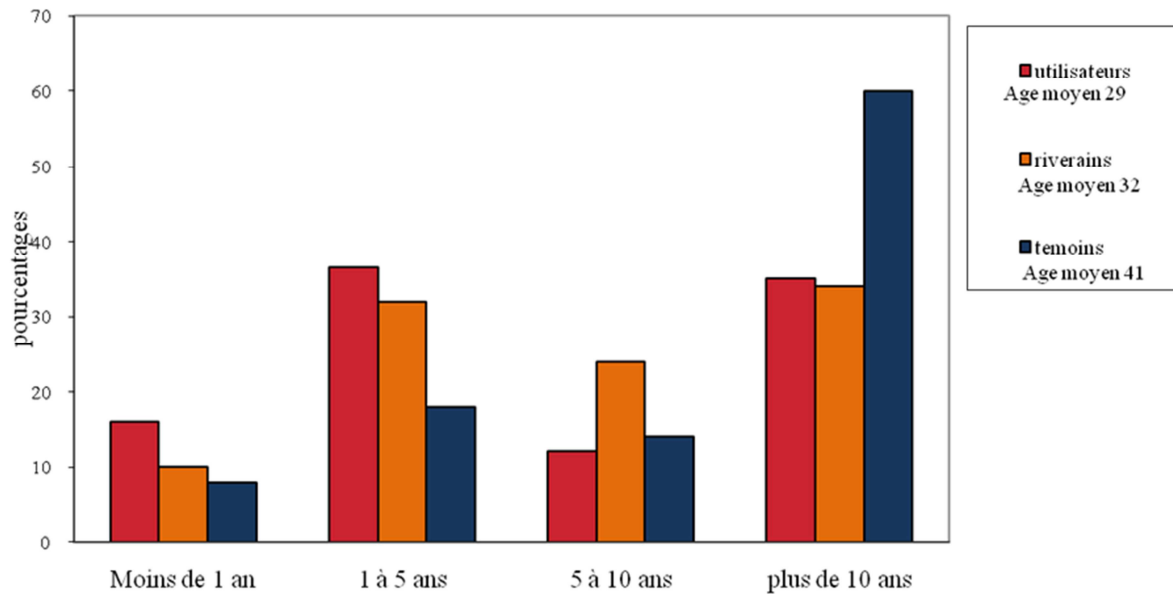


Fig. 4 : Temps de résidence ou d'activité à proximité ou sur le site de la décharge

Les personnes rencontrées sur le site de la décharge sont généralement des agriculteurs et fouilleurs (5%), des cultivateurs (18%), des récupérateurs informels (36%), des acheteurs d'objets récupérés sur le site (15%), des vendeuses (15%) et des manoeuvres (11%) (Figure 5). Les manoeuvres sont les employés de la société en charge du traitement des déchets sur le site de la décharge. Comme l'indique les pourcentages, les récupérateurs informels sont les plus nombreux.

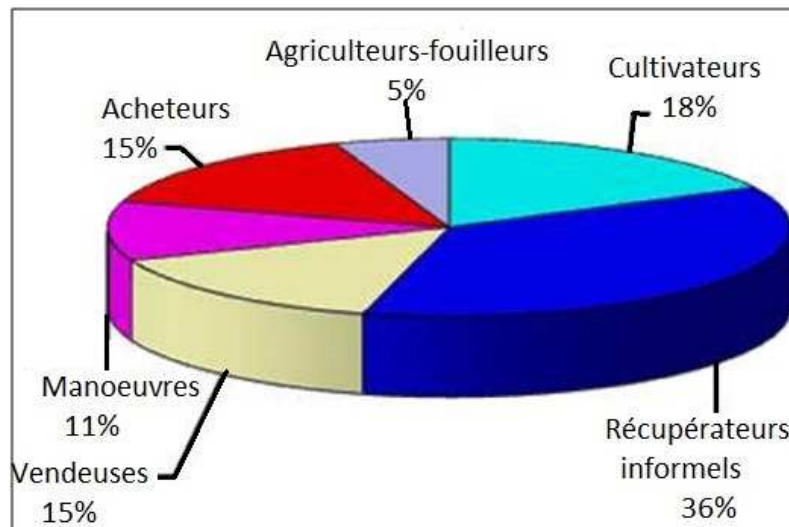


Fig. 5. Différents types d'utilisateurs du site de la décharge

Interrogé sur les motifs du choix du site de la décharge pour la réalisation de leurs activités, 50% pensent que c'est juste à but lucratif, qu'ils subviennent largement aux besoins de leurs familles avec les activités qu'ils exercent sur le site de la décharge. Au contraire, 49% autres estiment que c'est juste pour un problème d'emploi, qu'ils laisseraient dès qu'ils trouveraient mieux. Les 1% restants ignorent les motifs qui les amènent à travailler sur le site de la décharge (Figure 6).

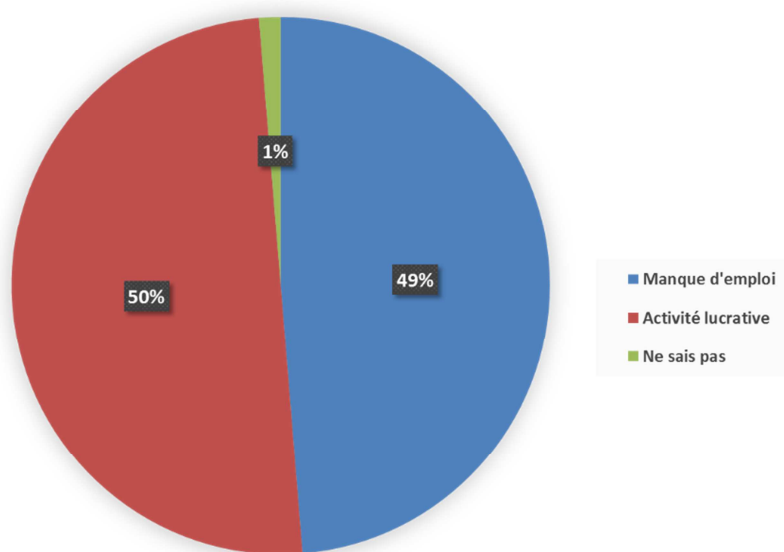


Fig. 6. Motifs de choix du site de la décharge d'Akouédo pour les activités

En effet, l'enquête socio-économique a permis de déceler que 57% des utilisateurs sont chefs de ménage malgré leur âge relativement jeune (29ans pour la grande majorité, figure 4). Ils y travaillent pour la plus part avec leurs familles (enfants : 22%, épouses : 16%, frères ou sœurs : 4% (Figure 7). Cette situation est une réponse à la crise économique persistante que traverse la Côte d'Ivoire depuis près de 2 décennie où le recours au travail des enfants semble favoriser, entre autres, l'optimisation des ressources des ménages.

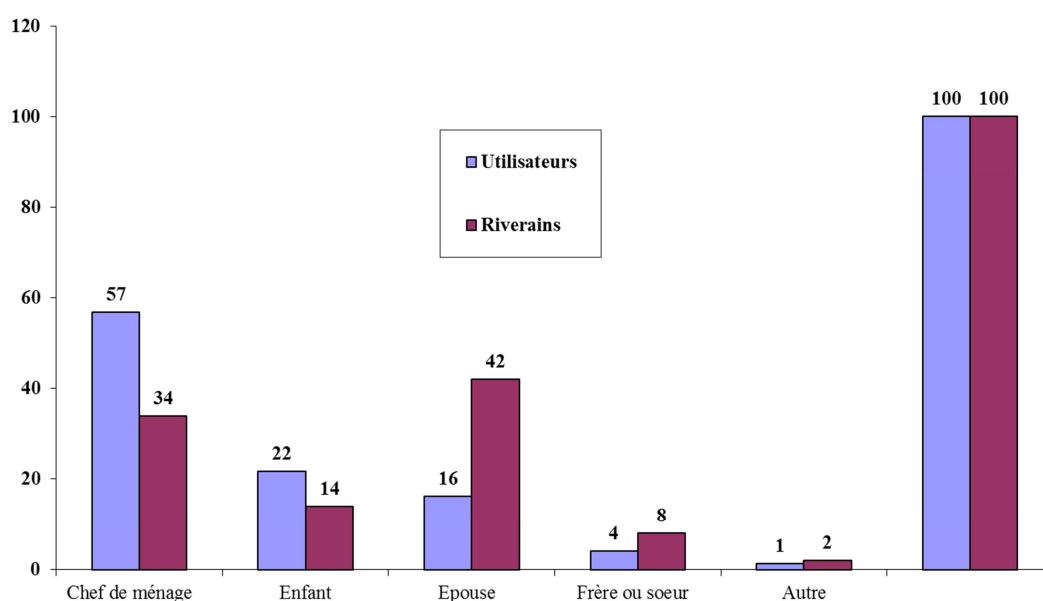


Fig. 7. Statuts des enquêtés au sein du ménage

Ces chefs de ménage sont constitués essentiellement d'hommes : 72 % contre 28 % pour les femmes. Cette situation est plus intense chez les garçons (22,4 %) (Figure 8).

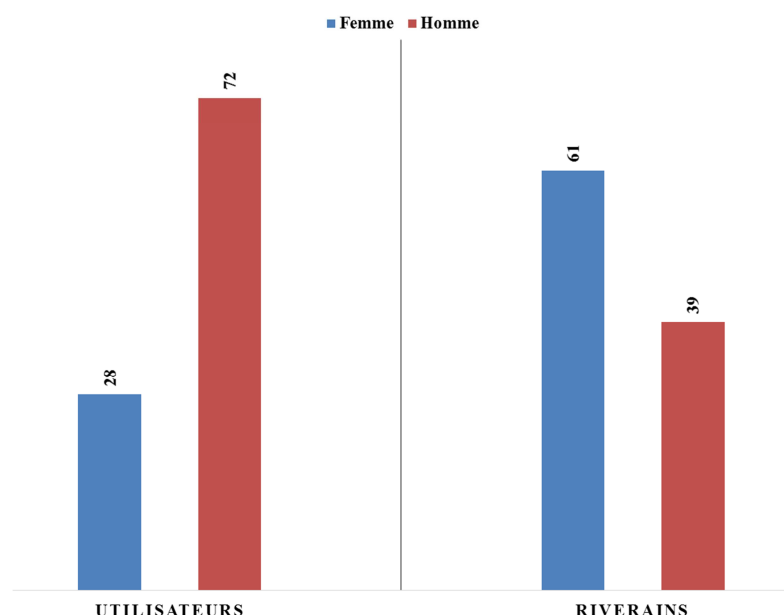


Fig. 8. Répartition des enquêtés ayant répondu comme étant chef de ménage par sexe

Par ailleurs, sur l'ensemble des enquêtés, environ une personne sur vingt-cinq des utilisateurs déclarent avoir travaillé avant de se retrouver à la décharge.

3.3.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT ET DE L'ENVIRONNEMENT

Trois types d'habitats se rencontrent chez les riverains (Tableau 1), de type moderne (dur), plus dominant (98%), de type précaire (1%) et du type traditionnel (Banco) (1%). Par contre, chez les utilisateurs, 77% des habitations sont de type moderne, tandis que 23% sont faites en matériaux de type précaire.

Le mode d'évacuation des ordures ménagères (Tableau 1) le plus dominant dans la zone est l'utilisation de poubelles pour la collecte des ordures qui sont par la suite convoyées dans des bacs, entreposées par les entreprises privées de collecte.

Tableau 1. Matériaux de construction de l'habitat et mode de gestion des ordures ménagères

Groupes cibles	Matériau de construction de l'habitat			Mode d'évacuation des ordures ménagères				
	Dur	Banco	Type précaire	Décharge	Lagune	Rue	Poubelle	Nature
Utilisateurs	77%	0%	23%	28%	1%	1%	68%	0%
Riverains	98%	1%	1%	18%	0%	6%	78%	0%

Dur = en agglos

En ce qui concerne la gestion des eaux usées, la majorité des enquêtés (64% des ménages utilisateurs et 57% des ménages riverains) affirme déverser leurs eaux domestiques dans la rue. Les témoins, quant à eux, optent majoritairement pour les caniveaux (44%). Les latrines les plus dominantes dans la zone d'Akouédo sont les latrines traditionnelles et les fosses septiques. Malgré l'existence de ces latrines, certains préfèrent déféquer sur le site de la décharge ou dans la nature c'est-à-dire les zones non encore exploitées (10,5 %; moyenne des ménages riverains et utilisateurs) (Tableau 2).

Tableau 2. Mode d'évacuation des eaux usées et excréta

Groupes cibles	Mode d'évacuation des eaux usées						Mode d'évacuation des excréta		
	Cour	Fosse	Caniveau	Rue	Lagune	Nature	Fosse	Latrines traditionnelles	nature
Utilisateurs	1%	14%	15%	64%	1%	0%	61%	8%	11%
Riverains	5%	24%	1%	57%	0%	6%	42%	48%	10%

4 DISCUSSION

Au sortir des indépendances, les pays africains connaissaient des fortunes diverses en matière d'équipements et de construction d'infrastructures. Malheureusement, dans le domaine de la gestion des déchets, non seulement aucune filière de gestion adéquat n'a été arrêtée, mais l'ouverture des décharges dans bon nombre d'États africains, n'a été précédée d'aucune étude, ni d'aménagements techniques préalables. Ce fut le cas de la décharge Mbeubeuss [10], l'unique décharge de la grande ville de Dakar. À Abidjan, la décharge d'Akouédo, également unique décharge du district d'Abidjan, n'échappe à cette règle. La description du cadre physique couplé avec le modèle numérique de terrain, permet de constater que cette décharge occupe bel et bien le lit d'un grand talweg, comme l'a signifié [4]. Ce talweg est sensé drainé les eaux de pluie en direction de la baie de M'Badon qui s'ouvre sur la lagune Ébrié. Les hypothèses générales développées au cours de cette étude et vérifiées sur le terrain ont montré que cette décharge induit nécessairement des effets négatifs aussi bien pour l'environnement que sur le cadre de vie et les conditions d'existence des populations. En effet, Selon [4] et [5], cette décharge présente de hauts risques non seulement pour la santé publique mais également pour l'écosystème lagunaire et la nappe d'Abidjan. Selon [4], les eaux des lixiviats modifient le caractère naturel des eaux des berges au niveau de la baie de M'Badon. Cela se traduit au niveau de cette baie, par une charge en matière organique 10 fois plus faible que celle des eaux de lixiviats.

La caractérisation des types d'occupation du site de la décharge nous a permis de constater que, outre les activités de récupération, le site de la décharge est également le siège de diverses cultures, dont les plus pratiquées sont les cultures maraîchères (gombos, piments, tomates) et vivrières (banane, manioc, maïs). Ces activités sont pratiquées par des jeunes, dont l'âge moyen est de 29 ans, pour la plupart chef de famille, majoritairement des hommes (72%) et travaillant sur le site avec leur famille (femme et enfants). La décharge d'Akouédo n'est pas la seule décharge sauvage africaine à abriter ces types de cultures. Sur le site de la décharge de Mbeubeuss (Sénégal) et de la décharge publique de Tanger, on note également la présence de ces cultures. Les informations collectées auprès des utilisateurs de la décharge de Mbeubeuss, par [10], ont montré qu'ils sont aussi, pour la plupart très jeunes (52,4 % ont moins de 20 ans). De même, les hommes sont sensiblement plus nombreux que les femmes (51 %). Au contraire, à la décharge publique de Tanger, les activités agricoles sont limitées au profit de l'élevage extensif [11]. Outre les activités de récupération, les types d'activités agricoles pratiqués par les utilisateurs des décharges en Afrique seraient donc intimement liés à la tradition agricole de chaque pays.

Par ailleurs, l'analyse du profil socio-économique des utilisateurs à Akouédo, indique une situation économique nettement améliorée dans la mesure où 77% de ces récupérateurs et cultivateurs vivent dans des maisons en dur contre seulement 23% dans des maisons faites avec des matériaux de fortunes (matériaux de type précaire). Ces maisons sont la plupart construites dans les villages et quartiers limitrophes de la décharge qui font partie des localités huppées de la commune de Cocody. Les activités d'exploitation de la décharge d'Akouédo contribueraient donc de ce point de vue, à réduire le taux de pauvreté si elles étaient mieux organisées et coordonnées. Cette observation a été également faite par [11] à la décharge publique de Tanger. Selon ces auteurs, les recettes brutes engendrées par les chiffonniers de cette décharge doivent être prises en considération par autorités pour envisager un système de tri et de recyclage judicieux.

Au contraire, l'enquête socio-économique réalisée dans la décharge de Mbeubeuss par [10] permet de constater que cette situation n'est pas le cas de nombreuses autres décharges africaines où la plupart des utilisateurs vivent dans des situations précaires sur le site des décharges. Selon cet auteur, l'économie locale est un facteur d'amplification de la pauvreté dans ces décharges sauvages des pays du tiers monde en général, et d'Afrique en particulier. Ce facteur a été identifié également par [12].

Ainsi, selon Amadou [10] et [12], la prédominance des hommes de Dakar et sa banlieue vers la décharge de Mbeubeuss est synonyme, dans la majorité des cas, d'une «expulsion» de ces derniers en raison de leurs ressources limitées.

5 CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus dans ce travail, la décharge publique d'Akouédo est la dernière étape d'élimination des déchets du district d'Abidjan. Toutes les catégories de déchets (ménagers, industriels, hospitaliers, inertes,...) y sont déversées sans aucune séparation. La décharge publique d'Akouédo pose de ce fait de multiples problèmes inhérents à sa situation actuelle à l'intérieur du périmètre urbain et à la pollution qu'elle engendre. Cette décharge souffre également d'un manque de techniques de gestion appropriées.

Un plan de gestion intégrée des déchets du district d'Abidjan doit être envisagé et mis en œuvre selon une approche globale intégrant les différentes composantes de la problématique "Déchets". D'autre part, le déchet doit être ancré dans la conscience collective comme un vrai problème à responsabilité partagée et non comme un produit dont on se débarrasse pour qu'il soit géré par l'autre maillon de la chaîne. Un effort de sensibilisation doit être déployé dans ce sens pour diminuer le déchet à la source en agissant sur les procédés de fabrication, la distribution des produits et le mode de consommation. Cette sensibilisation doit être bien élaborée, améliorée continuellement et confiée à des professionnels de la matière.

Par ailleurs, la présente étude révèle l'existence d'une population jeune d'utilisateurs de la décharge vivant de la collecte des déchets et de cultures pratiquées sur le site et pour la plupart chefs de famille. Les recettes brutes engendrées par ces utilisateurs doivent interpeller les autorités dirigeantes pour une meilleure organisation des activités de récupération. D'autre part, l'Etat doit interdire toutes formes de pratiques culturelles sur le site parce que présentant un danger pour la santé des consommateurs.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements à la direction générale du groupe EOULEE pour son appui financier et matériel et, à son personnel technique qui nous a accompagnés sur le terrain. Je pense en particulier au principal guide M. GUELIASSIGNON Jean-Nicaise-Suarès et à l'agent technique M. YAO Tindoh Victorien.

REFERENCES

- [1] Adepoju G. O. et Kumuyi A. J, "*Chapitre 1 : La gouvernance et la gestion des déchets en Afrique*" dans : O.G.Adepoju, J.A.Kumuyi, A.Koffi, A.J.L.Mougeot, K.M.J. Lusugga, M.Swilling et D. Hutt, La gestion des déchets urbains : des solutions pour l'Afrique, CRDI/Editions Karthala, pp. 5-10, 2002.
- [2] Y. Sané, "La gestion des déchets à Abidjan : un problème récurrent et apparemment sans solution", *Revue africaine de gestion et d'évaluation environnementale*, vol.4, n°1, pp. 11-22, 2002.
- [3] I.K. Kouamé, D.L. Goné, I. Savané, E.A. Kouassi, K. Koffi, B.T.A. Goula et M. Diallo, "Mobilité relative des métaux lourds issus de la décharge d'Akouédo et risque de contamination de la nappe du continental terminal (Abidjan - Côte d'Ivoire)". *Revue Afrique Science* vol. 02, n°. 1, pp. 39-56, 2006.
- [4] G. Kouadio, B. Dongui et A. Trokourey, "Détermination de la pollution chimique des eaux de la zone de la décharge d'Akouédo (Abidjan-Côte d'Ivoire)", *Revue Science et Technologie – ENS-CI*, Série A-01, pp. 34-41, 2000.
- [5] O. A. Adjiri, ; D.L.Goné, I.K. Kouamé et al., "Caractérisation de la pollution chimique et microbiologique de l'environnement de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire)", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, n° 2(4), pp. 401-410, 2008.
- [6] O.A. Adjiri, D.L. Goné, N. Soro, V. K. Kouamé et J. Biémi, "Caractérisation du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire) : influence des saisons sur le potentiel d'émanation naturelle", *Revue Pollution atmosphérique*, n°223, 9p, 2014.
- [7] FAO, "*Conduite de petites enquêtes nutritionnelles-Manuel de terrain*" Rome, 180p., 1992.
- [8] UNICEF, "Monitoring progress toward the goals of the World Food Summit for Children, a practical handbook for multiple indicator surveys", Planning Office Evaluation and Research Office Programme Division, New York, 145 p., 1995.
- [9] Magnani R. "*Guide d'échantillonnage: Food and Nutrition Technical Assistance*", Project USAID, 57 p., 2001.
- [10] Amadou B. D., "*Les déchets solides à Dakar. Environnement, sociétés et gestion urbaine*", Geography. Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 793p, 2010.
- [11] Chichi A. et Bakkali M. "*Etude socio-économique des chiffonniers de la décharge publique de Tanger*", rapport d'étude GTZ, 46p, 2003.
- [12] CRDI-IAGU, "*Villes ciblées - Décharge de Mbeubeuss : Analyse des impacts et amélioration des conditions de vie et de l'environnement à Diamalaye (Malika), Dakar*", rapport final, 75p, 2011.

