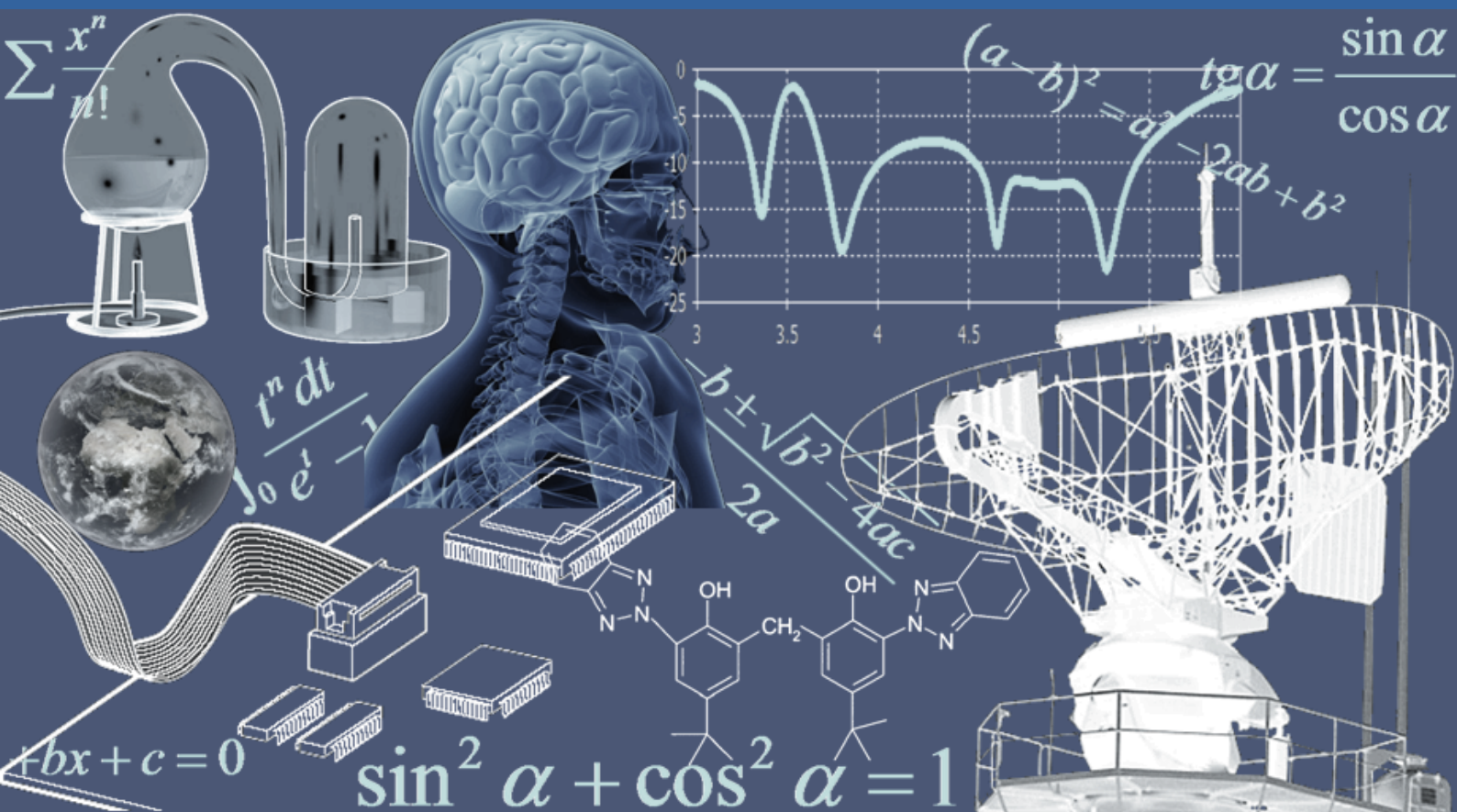


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 31 N. 2 December 2020



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.

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Ph.D. of Science in Chemical engineering, Process Engineer & Risk Specialist of Oil and Gas Refinery Company, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
Fabio De Felice, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Giovanni Leonardi, Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy
Siham El Gouzi, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Spain
Mohamed KOSSAÏ, European Business School EBS Paris, France
Mustafa Batuhan AYHAN, Marmara University, Turkey
Andrzej Klimczuk, Warsaw School of Economics, Poland
Corinthias P. M. Sianipar, Tokyo University of Science, Japan
Irfan Jamil, Sinohydro Engineering, China
Sukumar Senthilkumar, Chonbuk National University, South Korea
Bratu (Simionescu) Mihaela, Bucharest University of Economic Studies, Romania
Mirela Maria Codescu, National Institute for R&D in Electrical Engineering ICPE-CA, Romania
Milen Zamfirov, St. Kliment Ohridski Sofia University, Bulgaria
Svetoslava Saeva, Neofit Rilski South-West University, Bulgaria
Dimitris Kavrouidakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin Jula, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Boumerdes, Algeria
Zoubir Dahmani, UMAB University of Mostaganem, Algeria
Mohsen Brahmi, Sfax University, Tunisia
Mongi Besbes, University of Carthage, Tunisia
Mai S. Mabrouk, Misr University for Science and Technology, Egypt
Olfat A Diab Kandil, Misr University for Science and Technology, Egypt
Munir Ahmed G. Timol, Veer Narmad South Gujarat University, India

Table of Contents

La Chine et le déploiement d'une diplomatie économique en Asie du Sud-Est: Enjeux et défis géopolitiques <i>Ndabereye Nzita Mugambi Paulin and ETOYI ESELA Fidèle</i>	79-92
Tourist development of heritage in Algeria: Case of the Hypone Site «Annaba» <i>Sid Ahmed Soufiane</i>	93-102
Impact de la température sur les déformations d'une chaussée en fibre de canne à sucre (Bagasse) dans du mélange bitumineux en modulation de fréquence <i>Ndack Niang, Alassane Ba, Mamadou Lamine LO, Youssou TRAORE, Issa Diagne, Seydou Faye, and Grégoire SISSOKO</i>	103-112
Groupes armés et défis de la consolidation de la paix en République Démocratique du Congo <i>Ndabereye Nzita Mugambi Paulin and Murhura Iragi Vital</i>	113-126
Violence in the school environment and its pedagogical repercussions <i>Abdelkhalek Touahar</i>	127-136
Efficacité d'une pommade à base de Butyrospermum parkii et d'huile de Elæis guineensis sur la croissance pilaire chez des lapins <i>KPOROU Kouassi Elisée, OUATTARA Sitapha, Gouedji Yabo Parfait, Kra Adou Mathieu, and Djaman Allico Joseph</i>	137-143
Régénération in vivo par bouturage de fragments de tige de Ricinodendron heudelotii var. heudelotii (Baill) Pierre Ex Heckel à Daloa, Côte d'Ivoire <i>Sopie Edwige-salomé Yapo, Manéhonon Martine Beugre, Dogniméton Soro, Jean Paul Ahoua Romeo Koffi, Tanoh Hilaire Kouakou, and Yatty Justin Kouadio</i>	144-152
Creating Women's Clothing Accessories by Using Optical Fibers <i>Raghad Abdullah Al-Attayah and Olfat Shawki Mohamed Mansour</i>	153-175
Evaluation des éléments traces métalliques (ETM) des sols autour de la mine de Gbétogo à Séguéla, au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire <i>Yao Kouman Nestor KOUAKOU, Gala Bi Trazié Jérémie, Justin Louis Kafana Coulibaly, and Ahou Clarisse Koffi</i>	176-188
Caractérisation granulaire et valorisation des sables d'altération des massifs granitiques de la carrière d'exploitation artisanale de sable de Nepenet (Bafoussam Cameroun) <i>Merveilles Nguéack Ymeack, Clotaire Mwebi Ekengoue, Kossi Bollanigni Amey, Rodrigue Fotie Lele, Cherif Bishweka Birvondeke, and Armand Kagou Dongma</i>	189-198
Evaluation des performances des projets et programmes de développement rural au Cameroun <i>Awe Baina Modeste, Manu Ibrahim Nformi, Easo Ondoa Angeline Martine, Tiwan Gildas, Daiwe Baina Seraphin, and Mai Godne Baina Hippolyte</i>	199-211
Contribution pour une meilleure prise en charge énergétique du vitrage dans la construction de bâtiments à Dakar <i>Lansana Sane, Biram Dieng, Papa Lat Tabara Sow, Senghane Mbodji, and Mamadou Wade</i>	212-222
A situational analysis of ear and hearing care in the northwest region of Cameroon <i>Louis Mbibeh, Lynn Cockburn, and Awa Jacques Chirac</i>	223-238
The Strategic Planning of tourists' sites to make local development with using GIS. Case study: TEBESSA City <i>Mohammed Tayeb DJABRI and Ahmed Bousmaha</i>	239-248
Gestion intégrée des ordures ménagères dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: Cas des communes de Port-Bouët et Treichville <i>Elisée Napari Yeo, Sylvain Kouakou AKPO, Clarisse Lydie Amenan Allali-Mangoua, and Romuald Aymard Gobby Amani</i>	249-257
Profitability of vegetable marketing in Ghana: The case of urban and semi-urban marketers in the Upper West Region <i>Moomin Abu, Issah Kpenealuu Mohammed, and Benjamin Tetteh Anang</i>	258-266
La medersa traditionnelle au Maroc: De la forme à la nouvelle réforme <i>Rachid El Alaoui</i>	267-276
Analyse de l'utilisation des énergies domestiques en République Démocratique du Congo (RDC): Mécanisme de mutation vers la « butanisation » dans la cuisson des aliments comme énergie principale	277-289

Phanzy Malango Alexis Daddy, Bifubiambote Salambiaku Giresse, and Charles Kinkela Savy

Evaluation du niveau de radioprotection des personnes travaillant dans l'artisanat minier: Cas du site miniers de Twilizembe 290-300

Patrick MBWEB KATSHIL and Robert LWAMBA ILONDA

Étude des facteurs de risques de rayonnements ionisants sur les personnes travaillant dans les sites miniers artisanaux : Cas de l'ancien site Musompo 301-315

Robert LWAMBA ILONDA and Patrick MBWEB KATSHIL

Le déploiement de la fonction qualité pour une amélioration de la formation des ingénieurs en génie mécanique 316-327

Zineb AIT HADDOUCHANE, Souad AJANA, Soumia BAKKALI, and Imane ZERGOUT

Relation longueur-poids et facteur de condition de *Parailia pellucida* (Boulenger, 1901) (Piscès, Schilbeidae) au lac de barrage de Taabo (Bandama, Côte d'Ivoire) 328-335

K. Kamagaté, K. Ahoutou, K. S. Da Costa, and Y. Kouakou

Impact of degradation on the above-ground biomass of plants composing the shrub layer of Djebel Zaghouan 336-350

Sana Dallali, Hanen Bouraoui, Rabiaa Mouhbi, Ikbel Zaouaoui, Foued Hasnaoui, and Lamjed Toumi

Impact of personality, human capital, and environmental influences on students' entrepreneurial potential: The case of I. T. Management and Business Administration final year students of UPSA, Ghana 351-369

Godfred Yaw Koi-Akrofi, Henry Akwetey Matey, Frank Banaseka, and Samuel Chris Quist

Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol et du couvert végétal des parcs arborés du Département de la Nya, Sud du Tchad 370-379

Hervé Mbayetom, Marie Louise Avana Tientcheu, Martin Tchamba Ngankam, Junior Baudoin Wouokoue Taffo, and Armand Delanot Tanougong

La Chine et le déploiement d'une diplomatie économique en Asie du Sud-Est: Enjeux et défis géopolitiques

Ndabereye Nzita Mugambi Paulin¹ and Etoyi Esela Fidèle²

¹Professeur, Université de Lubumbashi, RD Congo

²Chef de Travaux, Université de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2020 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 situation in Southeast Asia is deeply affected by the geopolitical conflict between Washington and Beijing, which is fuelling many uncertainties. China continues its global expansion by developing the two new "Silk Roads" to Europe and Central Asia (the land route) and to the Middle East and Africa (the sea route that crosses the entire region) in order to break the American encirclement. In the face of these challenges, the United States is seeking to put itself in a position of strength to limit the progress of China's economic and military power without seeking to totally impede its development. Indeed, China is thus implementing a new economic diplomacy, which emphasizes the will to "strengthen trade and investment" between China and its neighbors, and calls for the production of goods of various ranges at competitive prices, the creation of new cross-border free trade zones, the improvement of its relations with the ASEAN countries, etc. without forgetting the strategy of pearl necklaces in order to counter the encirclement that the United States of America wants to impose on it.

KEYWORDS: Economic diplomacy, China, Surrounding, United States, Southeast Asia.

RESUME: La situation en Asie du Sud-Est est profondément affectée par le conflit géopolitique qui oppose Washington à Pékin, ce qui alimente bien des incertitudes. La Chine poursuit son expansion mondiale en développant les deux nouvelles « routes de la soie » vers l'Europe et l'Asie centrale (la route terrestre) et vers le Moyen-Orient et l'Afrique (route maritime qui traverse toute la région) afin de briser l'encerclement américain. Face à ces défis, les États-Unis cherchent à se mettre en position de force pour pouvoir limiter le progrès du pouvoir économique et militaire de la Chine sans malgré tout chercher à entraver totalement son développement.

En effet, la Chine met de ce fait une nouvelle diplomatie économique, qui met l'accent sur la volonté de « renforcer le commerce et les investissements » entre la Chine et ses voisins, et appellent à la production des biens de gammes variées à des prix concurrentiels, à la création de nouvelles zones de libre-échange transfrontalières, à l'amélioration de ses relations avec les pays de l'ASEAN, etc. sans oublier la stratégie de collier de perles afin de contrer l'encerclement que veut lui imposer les États-Unis d'Amérique.

MOTS-CLEFS: Diplomatie économique, Chine, Encerclement, États-Unis, Asie du Sud-Est.

1 INTRODUCTION

À l'effondrement du « Bloc soviétique », les États-Unis avaient rêvé d'un monde unipolaire où ils s'imposeraient. La rapidité de l'émergence économique de la Chine soutenue par un projet cohérent et souverain a bousculé ces ambitions et joué un rôle clé dans les changements majeurs de la planète depuis trois décennies. S'appuyant sur son impressionnant développement, Pékin défend sa vision d'un monde multipolaire à laquelle se rallient bon nombre de pays émergents. Ce que Washington ressent comme une contestation directe de sa suprématie même si la mondialisation libérale, dans laquelle la Chine s'est

insérée, n'est pas fondamentalement remise en cause par celle-ci. Mais ses réticences à intégrer un système international contrôlé par les Etats-Unis, à ouvrir plus avant ses marchés financiers et son système bancaire protégés aux investisseurs étrangers comme le réclame Wall Street, alimentent les confrontations sino-américaines autant que les disputes territoriales entre voisins asiatiques.¹

En effet, l'émergence militaire chinoise inquiète les États-Unis. Considéré comme première puissance du monde et désireux de maintenir une position militaire absolument dominante, les Etats-Unis considèrent la Chine comme une puissance régionale émergente qui pourrait à long terme défier leur domination. Et dans l'immédiat, par son développement technologique et notamment ses missiles antinavires ou ses capacités satellitaires et cybernétiques, la Chine pourrait compliquer cette domination en Asie du Sud-Est.

Face à ces défis, les États-Unis cherchent à se mettre en position de force pour pouvoir limiter le progrès du pouvoir économique et militaire de la Chine sans malgré tout chercher à entraver totalement son développement. Pour réaliser ces objectifs, ils développent une série de mesures concrètes comme l'encerclement par des alliances plus ou moins hostiles, l'encerclement militaire, la préparation d'une frappe préventive, la préparation de conflits locaux et la sauvegarde de leur avance technologique.

Toutefois, la Chine dans ses ambitions de puissance tant régionale qu'internationale se voit étouffée par la politique étrangère américaine dans la région de l'Asie du Sud Est et du Pacifique. Depuis un moment, Washington s'est mis à rétablir ses anciennes alliances militaires dans la région Asie-Pacifique, en y invitant activement les Etats qui craignent une «prééminence pacifique» de la Chine, en l'occurrence le Japon, les Philippines, l'Australie, le Vietnam, etc.

L'évolution de la situation autour des îles situées dans les mers de Chine Orientale et Méridionale contestées à la fois par le Japon, le Vietnam, les Philippines et la Malaisie, tout comme le problème frontalier avec l'Inde qui n'a toujours pas été réglé, reste imprévisible. La situation en Corée du Nord semble également être une épine dans le pied de Pékin, au regard de «l'incontrôlabilité» de l'actuel régime nord-coréen et de l'installation probable en Corée du Sud de systèmes anti-missile américains, dirigés, entre autres, contre la Chine.²

En effet, longtemps marquée par l'influence chinoise, l'Asie du Sud-Est s'est émancipée progressivement à partir du milieu du XIX^e siècle de son gigantesque voisin. Le décollage économique entamé à la fin des années 1970, fait de la Chine un nouvel acteur majeur de cette région du monde. Cette communication analyse les relations de la Chine avec l'Asie du Sud-Est dans le contexte de la crise économique mondiale. Pékin a développé une stratégie de rapprochement avec ces États, fondée sur les échanges commerciaux, l'investissement et l'aide au développement. Il apparaît que la Chine fructifie mieux que le Japon sur le plan politique sa pénétration économique.

Ainsi, la Chine déploie une diplomatie économique gagnant-gagnant qui vise à stimuler la prospérité nationale et à créer et partager des opportunités avec les pays de l'Asie du Sud Est. Cette nouvelle diplomatie économique de la Chine met l'accent sur le commerce, les investissements, les infrastructures et la finance.

Cet article se veut une cogitation par laquelle nous dégageons les défis géopolitiques des relations économiques entre la Chine et les pays de l'Asie du Sud Est. En dégagant ces enjeux, nous cherchons à comprendre sur fond de la démarche géopolitique **que veut la Chine dans le déploiement de la diplomatie économique en Asie du Sud-Est ?** Pour comprendre cette préoccupation et articuler correctement notre argumentaire, nous nous penchons sur les points suivants qui constituent la charpente de cette cogitation:

- Grands axes influençant la future géopolitique chinoise
- La politique étrangère américaine: une menace pour la Chine
- Le déploiement d'une diplomatie économique chinoise en Asie du Sud Est
- Défis géopolitiques du déploiement économique de la Chine en Asie du Sud Est

¹ Dominique Bari, Washington joue-t-il la stratégie de la tension avec la Chine ?, parue le 17 juin 2016, disponible en ligne sur <https://www.humanite.fr/washington-joue-t-il-la-strategie-de-la-tension-avec-la-chine-609732>, consulté le 8 mai 2020, à 12 heures 26 minutes.

² « La Chine et ses ambitions », disponible en ligne sur <https://francais.rt.com/opinions/18108-chine-ambitions-realite>, consulté le 01 Septembre 2017 à 12 heures 30 minutes.

2 GRANDS AXES DE LA FUTURE GEOPOLITIQUE CHINOISE

La sécurité du territoire influence considérablement la future géopolitique de la Chine. Réaliser la réunification avec Taïwan, le rapprochement avec l'Union Européenne, la consolidation de ses relations avec les pays de l'ASEAN sont là des objectifs influençant l'avenir de la géopolitique chinoise.

2.1 LA SÉCURITÉ DE SON TERRITOIRE

L'espace chinois, immense, ne saurait être parfaitement sécurisé par le seul gouvernement central chinois. Le fait même que la Chine accélère sa croissance économique fragilise de manière accrue cet espace. De ces deux remarques, se dégage une tendance qui gouvernera la géopolitique chinoise: la Chine ne veut pas et ne peut pas se permettre d'ouvrir un front vers l'extérieur, révélant ainsi ses faiblesses et ses capacités réelles. Pour assurer son développement économique et sa transition vers l'économie de marché tout en maintenant sa cohésion, elle a besoin d'un environnement stable et pacifié.³

Pragmatique, l'« Empire du milieu », sécurisera ses marchés et veillera à diviser ses adversaires potentiels afin de se constituer en acteur régional incontournable apte à défendre ses intérêts stratégiques prioritaires (Mer de Chine du sud, Asie centrale, Sibérie, Pacifique, etc.). La Chine poursuivra deux objectifs indissociables: « rétablir son magistère régional et, s'appuyant sur cette assise régionale, consolider progressivement sa puissance mondiale ». Pour les stratèges chinois, il s'agit d'adopter temporairement un profil bas tout en maintenant une équidistance et une mobilité tactique par rapport aux grandes puissances.⁴

Toute guerre conventionnelle viendrait déranger les projets chinois. Un conflit en Asie orientale, même localisé, arrangerait l'adversaire de la Chine et empêcherait celle-ci, qu'elle qu'en soit l'issue, de s'installer dans le monde pour devenir incontournable. Lorsque l'armée qu'elle construit actuellement, sur le modèle de celle des Etats-Unis, sera au même niveau que celle des Américains, il sera temps de rediscuter de la direction du vent. En attendant, comme on dit à Hong Kong « si tu ne peux mordre, ne montre pas les dents ».⁵

Parallèlement, une récente étude de la Rand corporation vient d'indiquer que, dans le cadre d'une guerre conventionnelle, la Chine serait en mesure de vaincre les USA par l'emploi combiné de stratégies d'interdiction d'accès. En l'espèce, Pékin pourrait faire pression sur le Japon afin que les USA ne puissent utiliser les bases de l'archipel, tandis que la montée en puissance de la marine chinoise serait de nature à remettre en cause la puissance navale US. Parallèlement, les forces chinoises conduiraient une stratégie information warfare contre les systèmes informatiques américains par le développement d'unités de combat visant à infecter les réseaux informatiques US tout en protégeant les siens. Gagnant l'initiative, Pékin placerait les USA dans une configuration où ils devraient combattre sur de très longues distances limitant leur puissance de feu.⁶

Patients, les chinois comptent sur le temps afin d'atteindre le seuil de parité de puissance vers 2030. Le risque est grand de voir naître un nouvel antagonisme bipolaire, risque amplifié par l'asymétrie dont saura jouer le dragon chinois, refusant autant par culture stratégique que faute de moyens identiques d'affronter l'aigle américain à armes égales. Schématiquement, l'objectif poursuivi est de permettre à l'armée chinoise de l'emporter dans une guerre locale mais moderne.⁷

2.2 GRANDS AXES D'AVENIR

- Intérêt croissant pour l'Asie centrale, matérialisant un retour vers la logique d'une puissance continentale et la volonté de renforcer son assise régionale;
- Réaliser la réunification avec Taïwan (Formose signifiant l'île magnifique) sur un mode pacifique;
- Garantir son approvisionnement énergétique par le déploiement d'une diplomatie pragmatique, voire opportuniste;
- Rapprochement sensible avec l'UE afin de relativiser l'hégémonie américaine et d'obtenir la levée de l'embargo sur les armes (transferts de technologies modernes);

³ « Géopolitique de l'Asie », disponible sur <http://www.diploweb.com>, consulté le 20 Mai 2017 à 8heures 30 minutes.

⁴ Schaeffer, D., *Chine ambitions, réalité, futur et coopérations stratégiques*, Paris, 2010, p.18.

⁵ Idem

⁶ François, J., « Chine-USA, la guerre programmée », in *first éditions*, Mars 2006, p.33.

⁷ Mehdi TAJE, *Introduction à la Géopolitique*, Université Virtuelle de Tunis, 2008, p.39.

- Probable consolidation de son influence sur les pays de l'ASEAN;
- Projection possible en Sibérie orientale matérialisée déjà par l'afflux massif d'immigrants et de produits chinois, réveillant en quelque sorte en Russie le vieux fantasme du « péril jaune ». Certes, la Mongolie continue de jouer son rôle de tampon. Cependant, seule la grande faiblesse de la Russie lui interdit de relever le défi chinois, mais qu'advviendrait-il face à un retour de puissance Russe (Ours contre Dragon);
- Sollicitation de la Chine pour faire partie de la nouvelle hiérarchie mondiale, notamment par une entrée au sein du « club » des puissants: le G8⁸ devenant ainsi un G9 (au cas où la Chine intègre le club de ces pays puissants);
- Affirmation d'une stratégie de projection planétaire, notamment par le biais de l'intensification de ses relations avec l'Amérique Latine et l'Afrique.⁹

3 LA POLITIQUE ETRANGERE AMERICAINE: UNE MENACE POUR LA CHINE

La menace que représente la politique étrangère américaine se manifeste à travers la rivalité sino-américaine, l'endiguement des ambitions territoriales de la Chine et la guerre commerciale sino-américaine.

3.1 LA RIVALITÉ SINO-AMÉRICAINE

La rivalité sino-américaine ne se limite plus aux questions économiques et commerciales, ni même militaires, et s'étend désormais à d'autres sphères. Pour certains observateurs américains, le soft power de Washington aurait ainsi décliné, notamment en Asie du Nord-Est. Plus qu'une présence stratégique à laquelle l'administration Obama s'est efforcée de répondre en réaffirmant le lien avec Tokyo et Séoul et en développant de nouveaux partenariats avec Manille et Hanoi, c'est la capacité d'influence de Washington qui serait mise à mal dans cette région. Parallèlement au poids déclinant de l'économie américaine, Washington s'inquiète de la dégradation de l'image des États-Unis sur la scène internationale, en Asie entre autres, ce qui a pour effet de diminuer l'influence de la première puissance mondiale. L'administration Obama a redoublé d'efforts afin d'inverser la tendance, et le président américain lui-même a bénéficié d'une image extrêmement positive que des symboles, comme sa visite à Hiroshima ou sa rencontre avec des jeunes Vietnamiens en mai 2016, n'ont fait que renforcer la rivalité sino-américaine.

Mais l'unipolarité née de l'après-guerre froide est sur le point de disparaître, et la présidence de Barack Obama n'a pu enrayer un phénomène devenu inexorable. Reste cependant à savoir au profit de quel ordre se fera cette transition. Pour John Ikenberry, qui fut très critique de la politique étrangère menée sous l'administration Bush, « le moment unipolaire » des États-Unis va inévitablement vers sa fin. Si l'affrontement du XXI^{ème} siècle a lieu entre les États-Unis et la Chine, la Chine aura l'avantage. Si cet affrontement se produit entre la Chine et un système occidental ravivé, ce dernier triomphera¹⁰. Cet affrontement serait bien évidemment celui de deux modèles, sur la base des considérations actuelles, à savoir un modèle occidental de démocratie libérale face à une Chine poursuivant sa croissance économique rapide, mais refusant dans le même temps toute réforme politique. Si la rivalité avec la Chine est dans les esprits, la politique américaine en Asie du Sud Est ne saurait d'ailleurs se comprendre qu'à l'aune d'une vision globale de la place de Washington sur la scène internationale.

Les États-Unis s'engagent en Asie du Sud Est parce qu'il en va de leur place sur la scène internationale, tout retrait pouvant conduire à un déclin relatif, mais réel. Ainsi, de nombreux observateurs invitent les décideurs politiques américains à se montrer très présents en Asie du Sud Est et à ne pas isoler les dossiers qui s'y trouvent des autres enjeux globaux de Washington. C'est sans doute sur la base de ces recommandations que l'administration Obama a articulé sa stratégie du pivot¹¹.

Mais quel sens donner à cet engagement en Asie du Sud Est ? L'héritage de la politique étrangère unilatérale des années 2000, et plus encore la manière avec laquelle elle a été interprétée, sont à ce titre évocateurs. Alors en campagne pour les primaires démocrates, Bill Richardson estimait en 2008 que, « dans la foulée de l'échec de l'expérience unilatéraliste de l'administration Bush, les États-Unis ont une nouvelle fois besoin de construire une politique étrangère réaliste et respectant

⁸ Les **pays** membres du **G8** sont le Canada, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Japon, la Russie, le Royaume Uni et les Etats-Unis.

⁹ Mehdi T., *Op.cit.*, p.39.

¹⁰ John Ikenberry, « The Rise of China and the Future of the West », *Foreign Affairs*, vol. 87, n° 1, janvier-février 2008, p. 25.

¹¹ La stratégie qui consiste à jouer le rôle de « pivot » régional en Asie de l'Est pour empêcher le basculement des pays de cette région vers les sollicitations chinoises.

les valeurs américaines. Cette politique doit répondre aux défis de notre époque avec des actions concrètes plutôt que des espoirs naïfs. Et elle doit nous unir parce qu'elle est inspirée par les idéaux d'une nation, et non l'idéologie d'un président »¹².

Ces recommandations furent particulièrement suivies dans le cas de la politique américaine en Asie du Sud Est, où l'administration Obama a dû à la fois mettre en avant des valeurs notamment les valeurs démocratiques et traiter avec réalisme et pragmatisme les difficiles dossiers en cours. La défense des idéaux et la mise en avant du soft power sont ainsi un élément central des ambitions de Washington. Ce sont d'ailleurs des engagements allant dans cette direction qui justifient aux yeux du comité Nobel la désignation de Barack Obama au Prix Nobel de la paix 2009, le 9 octobre 2009. Ce prix fut immédiatement perçu aux États-Unis (et par l'intéressé lui-même) et dans le reste du monde comme un encouragement aux initiatives multilatérales du président américain, à son engagement en faveur de la réconciliation entre les peuples et du désarmement nucléaire.

Sur ces différents points, l'Asie est un test de grande nature de l'aptitude de la Maison-Blanche à proposer une nouvelle donne. Dès sa prise de fonction en janvier 2009, l'administration Obama s'efforça ainsi, dans la relation avec la Chine, de proposer un partenariat accru et de réaffirmer la place de Washington en développant une stratégie du pivot. Associant les caractéristiques du hard et du soft power, le smart power a pour ambition de raviver la capacité d'influence des États-Unis en favorisant le dialogue, mais sans pour autant baisser la garde sur les différends les plus sensibles. Plus qu'une rupture avec les années Bush, c'est une nouvelle donne qui fut proposée à la Chine, plusieurs experts de l'administration Obama estimant que la montée en puissance économique chinoise pouvait avoir des effets positifs sur l'économie américaine, justifiant un plus grand partenariat. Mais cet engagement s'accompagna d'un renforcement des partenariats avec les alliés traditionnels, le plus souvent en réponse à la montée en puissance chinoise. Nous verrons ainsi plus loin que parce la politique américaine est restée trop floue dans l'attitude à adopter face à Pékin, la stratégie du pivot fut un semi-échec.

Le tournant majeur de l'ère Obama est la primeur donnée à la zone Asie-Pacifique dans la nouvelle politique étrangère du pays. Cette politique répond à plusieurs buts: l'endigement de la Chine face à un système d'alliances bilatérales et la concentration des Forces armées en Asie pour étouffer le pays. Pour cela, les États-Unis disposent d'installations militaires en Corée du Sud, au Japon, en Thaïlande et à Singapour¹³.

3.2 ENDIGUEMENT DES AMBITIONS TERRITORIALES DE LA CHINE

Au grand mécontentement de Pékin, le 30 octobre 2010, la Secrétaire d'État Hillary Clinton se pose en protectrice de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (l'ASEAN)¹⁴ face aux ambitions géopolitiques et revendications territoriales de la Chine. Si d'importantes manifestations ont ainsi protesté contre le bombardement de l'ambassade chinoise à Belgrade en 1999, la dénonciation de « l'hégémonisme américain » a été absente, pour la première fois lors d'un congrès du Parti communiste chinois, lors du XVI^e Congrès en novembre 2002.

Du côté américain, selon le professeur Michael T. Klare, l'endigement de la montée en puissance de la Chine constituerait la véritable motivation de l'augmentation continue des dépenses militaires américaines.

Le 9^e président chinois Xi Jinping, arrivé au pouvoir en 2013, a exigé le rapprochement des deux pays pour étouffer « le malentendu et le soupçon ». Il a fait référence à une nouvelle ère sino-américaine qu'il a décrite comme un « nouveau point de départ historique », soulignant que leurs intérêts inextricablement liés constituaient « un fleuve irrépensible qui ne cesse pas de déferler ».

En juin 2013, le président américain Obama a accueilli son homologue Xi pour un sommet de « manche de chemise » en Californie dans un effort de construire un rapport personnel et faciliter des relations non-tendues entre les deux pays. Les présidents de ces deux pays promettent de coopérer plus effectivement sur les questions bilatérales, régionales et globales, y

¹² Bill Richardson, « A New Realism. À Realistic and Principled Foreign Policy », *Foreign Affairs*, vol. 87, n° 1, janvier-février 2008, p. 142.

¹³ Dario Fabbri, « L'ère Obama et l'avenir de l'Amérique », *Conflits*, hors-série n° 4, Automne 2016, p. 47-50.

¹⁴ ASEAN ou ANASE en Anglais (Association of Southeast Asian Nations) est une organisation politique, économique et culturelle regroupant dix pays d'Asie du Sud-Est. Elle a été fondée en 1967 à Bangkok (Thaïlande) par cinq pays (Indonésie, Malaisie, Philippines, Singapour, Thaïlande) dans le contexte de la guerre froide pour faire barrage aux mouvements communistes, développer la croissance et le développement et assurer la stabilité dans la région.

compris le changement climatique et la prolifération atomique en Corée du Nord. Obama et Xi annoncent aussi vouloir établir un nouveau modèle de relations entre les États-Unis et la Chine.¹⁵

Le vice-président américain Joe Biden, devant des officiels chinois au Département d'État en 2013 s'est montré optimiste, pour le Dialogue stratégique et économique entre les États-Unis et la Chine. En 2011, l'économiste principal de la Banque mondiale Justin Lin déclara que la Chine, qui est devenue la deuxième économie du monde en 2010, pourrait devenir la première en 2030, dépassant les États-Unis, si les tendances actuelles continuent. Un rapport de la Standard Chartered Bank paru en 2011 suggéra que la Chine obtiendrait ce statut dès 2020.

Un rapport de l'OCDE produit en 2007 par Angus Maddison estima que, selon les comparaisons de parité de pouvoir d'achat, la Chine devancerait les États-Unis en 2015. En fait, la recherche a montré que le PIB de la Chine est considérablement sous-évalué, par l'utilisation des données (périmées) de 1993. Rosen et Bao ont montré que le PIB de 2008 était en réalité de 13 à 16 pour cent plus élevés que les chiffres officiels, tandis que le PIB de 2013 s'était élevé à 10.5 trillions de \$ plutôt qu'aux 9.5 trillions de \$ officiels, en utilisant des références standards de 2008 de l'ONU. De plus, le secteur tertiaire a dépassé le secteur industriel en 2009 et pas en 2012. En 2010, James Wolfensohn, ancien président de la Banque mondiale, prédisait qu'en 2030 les deux tiers des classes moyennes de la planète habiteront en Chine.

Depuis 2009, la Chine et les États-Unis sont convenus de tenir des discussions régulières à propos des questions économiques et d'autres affaires communes. Le nationalisme économique semble être en hausse dans les deux pays, ainsi que noté par les chefs des deux délégations lors des exposés introductifs. Les deux pays ont aussi établi un dialogue de haut niveau pour discuter des questions politiques et pour formuler des résolutions.

3.3 GUERRE COMMERCIALE SINO-AMÉRICAINE

« Partenaire ou concurrente stratégique ? », s'interrogent les divers chercheurs pour définir les relations américano-russes. Des relations ambiguës qui tiennent d'un équilibre complexe entre l'étroite interdépendance économique et les contradictions politiques croissantes: principal partenaire commerciale de Washington, la Chine détient grâce à ses énormes réserves de changes (3 300 milliards de dollars) le premier stock d'obligations américaines. En décembre 2014, le PIB chinois dépassait l'américain en parité de pouvoir d'achat (PPA). Dans les faits, il s'agit d'un dépassement symbolique, car le PIB par habitant relègue la Chine à la 89^{ème} place (en 2013). Néanmoins, l'annonce « *un tremblement de terre géopolitique* », signait le Market Watch¹⁶ a, Outre-Atlantique, conforté les tenants d'un « déclin américain » face à la « menace chinoise ». Plus concrètement encore, la création initiée par Pékin d'une banque des BRICS¹⁷ en juillet 2014 puis six mois plus tard celle de la Banque asiatique d'investissement pour les infrastructures (AIIB) sont des exemples emblématiques d'une recherche d'alternatives et de nouveaux partenariats. Invité à y adhérer, Washington a refusé contrairement à de nombreux pays européens dont la France. Signe que les États-Unis ne sont pas disposés à partager le pouvoir. Ils ont resserré l'encerclement militaire de la Chine, en prolongeant les accords entre leurs forces armées et le Japon, les Philippines et l'Australie; et le Partenariat transpacifique (TPP), accord tout autant politique que commercial régional, l'exclut ouvertement. Dans le même temps, le Pentagone mettait en place un nouveau concept dit de « Third offset strategy » (« Troisième stratégie de compensation »), une stratégie concurrentielle chargée de maintenir sur de longues périodes l'énorme avantage militaire et technologique américain sur ses adversaires: Chine et Russie en tête.

En Chine, où une nouvelle et délicate phase de réformes est en cours, la résolution des problèmes domestiques demeure la priorité. La politique étrangère vise avant tout à assurer la poursuite du développement économique et à éviter coûte que coûte une confrontation militaire et politique directe dont elle serait la première victime et avec elle un certain nombre d'États de par le monde. Au basculement américain vers le « pivot » asiatique, Pékin propose le gigantesque projet de la « Route de la Soie ». Soixante-quatre pays sont directement intéressés par des travaux qui vont couvrir la zone Eurasie, avec la construction de trois corridors économiques terrestres majeurs (Chine-Pakistan; Chine-Mongolie-Russie; Chine-Asie centrale-Asie occidentale). La réouverture de voies de navigation maritimes relieront l'océan indien, la mer Rouge, le golfe Persique, le canal de Suez et la mer Méditerranée. Plus de 4 milliards d'habitants sont concernés. Le nombre d'initiatives lancées - près de 900 - composent ce projet structurant de moyen et long termes qui sous-tend une diplomatie politico-économique pour « une

¹⁵ Vergeron, K., « Forces et faiblesses de la Chine », in *Question d'Europe*, n°235, 2 avril, 2012, p.2.

¹⁶ Du 14 décembre.

¹⁷ Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud. Ils représentent 42 % de la population mondiale et 20 % de l'économie mondiale.

communauté de destin pour l'humanité »¹⁸. En accroissant son interdépendance avec ses voisins, la Chine espère se placer en partenaire incontournable de leur développement et contenir la rivalité géopolitique avec les États-Unis comme la plus constructive possible.

Il faut aussi indiquer que sous l'administration Trump cette rivalité prend de plus en plus le poids de la bête. Sur le plan économique, des décisions prises par l'administration Trump concernant les produits chinois sur le marché américain, les multiples accusations de Washington contre la Chine concernant le covid-19.

4 LE DEPLOIEMENT D'UNE DIPLOMATIE ECONOMIQUE CHINOISE EN ASIE DU SUD EST

Il est important dans ce point de définir le concept diplomatie économie, ensuite dégager les étapes du déploiement de la diplomatie économique chinoise en Asie du Sud Est, les relations économiques et commerciales entre la Chine et l'ASEAN, la stratégie chinoise face à l'encerclement et enfin expliquer la stratégie chinoise de collier de perles.

4.1 LA DIPLOMATIE ÉCONOMIQUE QUID ?

Mise sur le devant de la scène en France, en mai 2012, par le ministre des Affaires étrangères Laurent Fabius, qui en fait « une priorité pour la France » la diplomatie économique est un instrument de la politique extérieure des États qui s'est imposé à la fin du XIX^{ème} siècle comme outil de projection de leur puissance dans le monde, dans le contexte de l'essor des rivalités impériales. Elle fait l'objet, pendant la première guerre mondiale, d'une réflexion et d'une pratique multilatérales relatives aux moyens d'œuvrer de manière concertée pour stabiliser les relations économiques et financières internationales au lendemain du conflit. Dans le premier cas, la diplomatie économique désigne la mobilisation des acteurs publics, parapublics et privés, sous l'égide des pouvoirs publics, tant au niveau national, régional que local pour défendre les intérêts économiques nationaux en soutenant l'expansion commerciale et financière des entreprises nationales sur les marchés extérieurs et en promouvant l'attractivité du territoire national auprès des investisseurs étrangers. Elle relève d'une pratique bilatérale et exprime une approche oscillant entre le patriotisme et la guerre économiques. Dans le second cas, elle désigne une pratique de négociation multilatérale dans le domaine économique et financier et repose sur une approche coopérative des relations internationales. Notion fondamentalement ambivalente, la diplomatie économique porte en elle la démarche de la guerre et celle de la concertation économique¹⁹...

4.2 LES ÉTAPES DU DÉPLOIEMENT DE LA DIPLOMATIE ÉCONOMIQUE CHINOISE EN ASIE DU SUD EST

La Chine a opéré un changement de sa politique économique vis-à-vis de l'Asie du Sud-Est, qui a évolué et progressé dans le temps et que l'on peut découper en plusieurs grandes étapes. La première étape, celle des premiers pas, correspond aux années 1980, période au cours de laquelle la Chine établit ou restaure ses relations commerciales avec plusieurs pays d'Asie du Sud-Est: la Chine ouvre notamment un bureau de représentation commerciale à Singapour (1981) et restaure ses relations commerciales avec l'Indonésie (1985). La deuxième étape, qui traduit une orientation claire de la part de la Chine en direction de l'Asie du Sud-Est, correspond à la fin des années 1990, avec en particulier pour point culminant la crise financière asiatique de 1997-1998 et pour facteur déterminant la participation active de la Chine aux instances régionales de dialogue. La troisième étape, celle de la confirmation de la politique économique proactive de la Chine envers ses voisins d'Asie du Sud-Est, correspond aux années 2000, avec l'entrée de la Chine à l'Organisation mondiale du commerce (OMC) en 2001. La quatrième étape, depuis l'avènement de la crise économique et financière de 2007-2008, constitue une phase d'accélération du rapprochement économique entre la Chine et l'Asie du Sud-Est, avec également pour point d'orgue l'entrée en vigueur de la zone de libre-échange Chine-ASEAN (China-ASEAN Free Trade Area, CAFTA) au début de l'année 2010.

La politique économique de la Chine en Asie du Sud-Est a suivi l'évolution et l'amélioration de ses relations politiques avec les États d'Asie du Sud-Est. Depuis la création de l'Association des Nations d'Asie du Sud-Est (ANASE/ASEAN) en 1967, la politique chinoise envers l'Asie du Sud-Est est passée de l'idéologie au pragmatisme et à l'opportunisme. Sur le plan politique, dans les années 1950 et 1960, la jeune République populaire de Chine créée en 1949 entretient des relations difficiles et hostiles avec l'Asie du Sud-Est. Des échanges éphémères de reconnaissance diplomatique ont eu lieu avec quelques pays d'Asie

¹⁸ Discours à l'ONU de Xi Jinping (novembre 2015).

¹⁹ Laurence Badel, Chapitre 14. Diplomatie économique, diplomatie d'entreprise, in *Manuel de diplomatie*, 2018, disponible en ligne sur <https://www.cairn.info/manuel-de-diplomatie--9782724622904-page-243.htm>, consulté le 8 mai 2020, pp. 243-261.

du Sud-Est (Indonésie, Viêt-Nam, Laos) mais il faut attendre le milieu des années 1970 pour commencer à entrevoir une amorce de changement dans les relations politiques entre la Chine et l'Asie du Sud-Est. En effet, durant cette période, des échanges de reconnaissance diplomatique sont établis avec trois pays d'Asie du Sud-Est: Malaisie (1974), Thaïlande et Philippines (1975). Au tournant des années 1990, la Chine normalise ses relations politiques avec plusieurs pays d'Asie du Sud-Est: en 1989, la Chine normalise ses relations avec le Laos; en 1990, la Chine restaure ses relations diplomatiques avec l'Indonésie et établit un échange de reconnaissance diplomatique avec Singapour; en 1991, la Chine normalise ses relations avec le Viêt-Nam.

La politique économique de la Chine vis-à-vis de l'Asie du Sud-Est s'inscrit par ailleurs dans le cadre de l'« *Open-door Policy* » (1978) et de la « *Go-global Policy* » (2002). Il est clair que le rapprochement économique et commercial de la Chine avec les pays d'Asie du Sud-Est suit la stratégie de développement économique de la Chine. De la part de la Chine, il y a non seulement une convergence de son agenda politique et de son agenda économique mais également une profonde cohérence. Ceci tend à nous montrer également en quoi les frontières entre politique intérieure chinoise et politique extérieure chinoise, entre affaires internes et relations extérieures peuvent être floues.

La formidable émergence de la Chine en tant que nouvel acteur économique de poids sur la scène globale n'est pas sans poser un défi d'une ampleur inédite pour les pays d'Asie du Sud-Est. La Chine n'a eu de cesse de monter en puissance dans la région de l'Asie du Sud-Est tant et si bien qu'elle tendrait désormais à apparaître plus comme une opportunité que comme une menace aux yeux de ses voisins, tout du moins sur le plan économique. La stratégie de la Chine mise en œuvre sur le plan économique et commercial avec les pays d'Asie du Sud-Est et l'ensemble ASEAN doit servir les intérêts de son propre développement économique tout en lui permettant de contribuer à asseoir ses ambitions politiques régionales. C'est en ce sens que l'on peut parler d'une Chine, qui exerce une véritable diplomatie économique dans la région Asie du Sud-Est. À ce titre, la Chine démontre une grande habileté dans sa capacité à mettre la puissance économique et commerciale au service d'une stratégie politique et géopolitique.

4.3 LES RELATIONS ÉCONOMIQUES ET COMMERCIALES ENTRE LA CHINE ET L'ASEAN

L'adhésion de la Chine à l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) en 2001, ainsi que l'entrée en vigueur de la zone de libre-échange Chine-ASEAN en 2010, ont largement contribué à accélérer et renforcer les échanges économiques et commerciaux entre les deux parties. À l'heure actuelle, la Chine est le premier partenaire commercial de l'ASEAN (hors ASEAN) surpassant l'Union européenne, le Japon et les États-Unis tandis que l'ASEAN est devenue le quatrième partenaire commercial de la Chine. D'après les statistiques de l'ASEAN (juillet 2010), la Chine demeure le 3^{ème} marché pour les exportations de l'ASEAN (hors ASEAN) après l'Union européenne et les États-Unis et le 2^{ème} marché pour les importations (hors ASEAN) devant le Japon, l'Union européenne et les États-Unis.²⁰

Au niveau des opérations d'import et d'export, depuis le milieu des années 1990, le volume des échanges commerciaux entre la Chine et l'ASEAN n'a cessé de suivre une courbe ascendante pour atteindre près de 293 milliards de dollars en 2010 d'après les dernières statistiques chinoises disponibles, soit une augmentation de 37,5 % par rapport à 2009. À titre comparatif, les chiffres du volume du commerce bilatéral Chine-ASEAN étaient de 19,4 milliards de dollars en 1995, de 39,52 milliards de dollars en 2000, de 105,9 milliards de dollars en 2004, de 193 milliards de dollars en 2008. D'après les statistiques chinoises, la balance commerciale est défavorable à la Chine: elle est passée de 1 milliard de dollars en 1996 à 7,5 milliards de dollars en 2010. Ceci traduit une forte croissance des exportations du Sud-Est asiatique vers la Chine mais aussi une dépendance croissante de l'Asie du Sud-Est envers la Chine. À noter qu'à l'occasion du 13^e Sommet Chine-ASEAN, qui s'est tenu à Hanoï en octobre 2010, le Premier ministre chinois Wen Jiabao a indiqué que « la Chine augmentera ses importations des pays membres de l'ASEAN et facilitera le commerce avec eux en vue de porter les échanges commerciaux bilatéraux à un volume annuel de 500 milliards de dollars à l'horizon 2015 ».

Au niveau des investissements, les investissements directs de la Chine dans la région Asie du Sud-Est, de même que les investissements directs de l'ASEAN en Chine demeurent relativement faibles en volume malgré une augmentation graduelle assez sensible. Entre 2002 et 2008, les investissements directs étrangers (IDE) de l'ASEAN vers la Chine sont passés de 3,3 millions de dollars à 5,5 millions de dollars, soit une moyenne de 6 % du total des IDE en Chine. Côté chinois, en 2008, le total des investissements cumulés de la Chine vers l'ASEAN atteint 4,9 milliards de dollars, ce qui représente 2,6 % du total des investissements extérieurs de la Chine. Dans le cadre de sa politique d'investissement direct en Asie du Sud-Est, la Chine vise

²⁰ Sarah Y. TONG & Catherine Chong Siew KENG, « China-Asean free trade area in 2010: a regional perspective », EAI Background Brief, n° 519, 12 avril 2010 ; 2007 Statistical Bulletin of China's Outward Foreign Direct Investment.

avant tout des pays richement dotés en matières premières tels que le Myanmar, le Viêt-Nam et l'Indonésie ou encore des pays disposant d'une avancée technologique, en particulier Singapour. D'après les données du ministère chinois du Commerce, à la fin de l'année 2009, la Chine compte près de 2000 entreprises dans les pays de l'ASEAN.²¹

4.4 STRATÉGIES CHINOISES FACE L'ENCERCLEMENT

Les stratégies chinoises face à l'encerclement consistent à contrecarrer la théorie de la « menace chinoise » et proposer l'idée de « l'opportunité chinoise », rivaliser sur le plan politique avec les États-Unis et le Japon dans la région d'Asie du Sud-Est, affaiblir l'influence de Taiwan en Asie du Sud-Est.

CONTRECARRER LA THÉORIE DE LA « MENACE CHINOISE » ET PROPOSER L'IDÉE DE « L'OPPORTUNITÉ CHINOISE »

La théorie de la « menace chinoise » a longtemps prévalu dans les esprits de la région de l'Asie du Sud-Est. Cette crainte est non seulement largement alimentée par les revendications de la Chine en mer de Chine du Sud mais également par l'histoire et l'idéologie. Tout l'enjeu pour la Chine consiste à désamorcer les craintes de ses voisins d'Asie du Sud-Est de voir se révéler une Chine hégémonique. La stratégie de la Chine consiste dès lors à empêcher tout scénario d'alliances potentielles contre elle fondées sur l'idée d'une « menace chinoise ». C'est dans ce sens qu'elle propose des opportunités économiques et commerciales à des gammes variées et à des prix concurrentiels à tous les pays de la région du Sud-Est pour réduire leurs marges de manœuvres d'attraction vers d'autres pays, notamment les États-Unis d'Amérique.

RIVALISER SUR LE PLAN POLITIQUE AVEC LES ÉTATS-UNIS ET LE JAPON DANS LA RÉGION D'ASIE DU SUD-EST

Il s'agit pour la Chine de se présenter comme une alternative et surtout comme un interlocuteur crédible, fiable et responsable pour la région face aux États-Unis, qui se sont largement désengagés de la zone depuis les années 1990 malgré une tentative de retour en force ces dernières années, et face au Japon, auquel il est reproché de ne pas avoir suffisamment d'ascendant et de capacité de leadership dans la région. On peut à ce sujet remarquer que le relatif désengagement des États-Unis en Asie du Sud-Est a fortement contribué à mener l'ASEAN et la Chine vers la voie d'un rapprochement politique et économique et d'une nouvelle donne régionale.²²

AFFAIBLIR L'INFLUENCE DE TAIWAN EN ASIE DU SUD-EST

On peut affirmer que le tout début de l'établissement des relations officielles bilatérales entre la Chine et l'ASEAN, qui remonte à l'année 1991, intervient dans un contexte sino-taiwanais alors particulièrement tendu. La décennie 1990 est marquée par des avancées majeures sur le plan du rapprochement politique et économique entre la Chine et l'Asie du Sud-Est. Dans le même temps, les tensions entre la Chine et Taiwan sont fortement ravivées et culminent avec la campagne de réadmission aux Nations Unies menée par Taiwan dès 1992 et la crise des missiles dans le détroit de Taiwan en 1995-1996. Au cours de cette période, il convient de noter que Taiwan initie sa « Politique en direction du Sud » (nan xia zheng ce) en février 1994. Les investissements de Taiwan en Asie du Sud-Est atteignent un pic en 1994 avec un montant total de 5,1 milliards de dollars. La décennie 1998-2007 est par contre marquée par des relations économiques et commerciales fortement dégradées entre Taiwan et l'Asie du Sud-Est à cause des offres massives du géant chinois dans la région.²³

4.5 STRATÉGIE CHINOISE DE COLLIER DE PERLES.

L'œuvre de Mahan a eu comme influence directe sur les décideurs étasuniens du vivant même de son auteur. Elle n'a depuis jamais été fondamentalement remise en cause, les États-Unis ayant continué à renforcer leur arsenal maritime au point de

²¹ Tran Dai, C., « Chapitre 8. La diplomatie économique de la Chine en Asie du Sud-Est », disponible en ligne sur Internet, <http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/en/c/2009-04-10/70585.shtml>, consulté le 12 Mai 2017.

²² Lire à ce propos l'article sur « Pékin aspire à porter les échanges commerciaux Chine - ASEAN à 500 milliards de dollars à l'horizon 2015 », disponible en ligne sur Internet <http://www.casafree.com/modules/news/article.php?storyid=52063>, consulté le 18 Novembre 2018, à 18 heures 30 minutes.

²³ Tran Dai, C., « Chapitre 8. La diplomatie économique de la Chine en Asie du Sud-Est » in <http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/en/c/2009-04-10/70585.shtml>, consulté le 12 Mai 2017.

disposer d'un appareil militaire aujourd'hui sans rival. Seul la rétrocession du canal de Panama par le président Carter en 1978 a pu laisser penser à une réflexion stratégique et donna d'ailleurs lieu à d'intenses débats.

Les thèses de Mahan furent également introduites et travaillées au Royaume-Uni par Julian Cobbett dans ses principes de la stratégie navale (1911). En France par Raoul Castex dans les théories stratégiques (1929) et en Allemagne par Alfred Von Tirpitz (1849-1930), qui fut l'artisan de la *Weltpolitik* voulue par Guillaume II. Celui-ci donna même ordre qu'un exemplaire du maître livre de Mahan, soit mis à disposition des marins, dans chaque navire de guerre allemand. Cette mise à disposition germanique des thèses de Mahan suscita les pires inquiétudes. Winston Churchill qui, convaincu du rôle séminal du *sea power* dans le rayonnement britannique, considérait comme un crime de lèse-majesté la volonté allemande de se doter d'une marine de haute mer performante.²⁴

Dans un discours prononcé à Glasgow en février 1912, celui qui était alors premier Lord de l'Amirauté et à ce titre aux commandes de la Royal Navy soulignait ainsi l'importance vitale du contrôle des mers pour Albion en ces termes: « La marine est pour l'Angleterre une nécessité et pour l'Allemagne un objet de luxe. Elle est pour nous synonyme d'existence et pour eux d'exploitation. Si grande et si puissante que soit notre marine, nous sommes incapables de menacer le moindre hameau sur le continent européen. En revanche, tout destin de notre race et de notre Empire, tous les trésors accumulés durant tant de siècles, de sacrifices et d'exploits seraient balayés s'il était porté atteinte à notre suprématie navale ».

C'est la marine britannique et le commerce qui ont fait du Royaume-Uni une grande puissance. L'Allemagne était une grande puissance, respectée et honorée sur toute la surface de la terre, avant qu'elle n'ait un seul navire de guerre. Mais pour conforter sa position, elle a pensé développer la marine pour figurer sur la liste de ceux qui devaient être maîtres de ce monde.

Aujourd'hui, c'est en Chine que la théorie mahanienne du *sea power* rencontre le plus grand écho. L'amiral Liu Huaqing (1916-2011) a ainsi pu être considéré comme le « Mahan chinois » du fait de son insistance sur la nécessité de doter son pays d'une « profondeur stratégique ».

Ce faisant, il rompait avec une tradition vieille de cinq cents ans, depuis que l'empereur Yongle avait mis fin aux expéditions lointaines entreprises par Zheng He. On peut en effet voir l'inspiration de Mahan dans l'effort déployé aujourd'hui par la république populaire pour se doter d'une marine de guerre et d'un réseau de bases à l'étranger dans l'objectif avoué de sécuriser ses routes d'approvisionnement en matières premières, mais aussi vu de New Delhi, de « collier de perles » par les analystes étatsuniens consistent à acquérir des ports et des bases aériennes sur les côtes de la mer de Chine et de l'Océan Indien, qui sont autant de relais sur la route du Moyen-Orient et des richesses naturelles dont l'Empire du milieu s'avère de plus en plus dépendant.²⁵

Mais la stratégie maritime de la Chine intègre également une donnée nouvelle inexistante du temps de Mahan: la question des ressources offshore. Des nombreux conflits de souveraineté qui opposent la Chine à ses voisins en mer de Chine méridionale ne relèvent pas seulement d'une stratégie de domination des espaces maritimes de type mahanienne, mais aussi d'une volonté de s'approprier les richesses dont recèlent ces fonds. Le développement des technologies qui permettent désormais d'exploiter les ressources sous-marines à des profondeurs toujours plus importantes doit en effet conduire à penser la géopolitique des espaces maritimes de fond en comble.

Alors que du temps de Mahan la mer était avant tout un lieu de circulation - le principal enjeu étant donc de garantir la sécurité et la fluidité du trafic -, elle est aujourd'hui devenue un lieu d'exploitation des ressources halieutiques et sous-marines, ce qui explique le tournant entériné par la conférence Montego Bay (1982) vers la territorialisation des espaces maritimes, tendant à les rapprocher des problématiques rencontrées sur les espaces terrestres.

4.6 PRINCIPAUX OUTILS TACTIQUES

On peut affirmer que la diplomatie économique de la Chine en Asie du Sud-Est suit plusieurs grandes lignes directrices que l'on pourrait qualifier d'outils tactiques au service d'une stratégie d'ensemble vis-à-vis de l'Asie du Sud-Est. Les lignes directrices de cette diplomatie économiques consistent à mettre en avant le principe de la politique de bon voisinage et le principe de non-ingérence dans les affaires intérieures.

²⁴ Lire à ce propos Mahan et la maîtrise des mers, ed de Pierre Naville, Paris, Berger Levrault.

²⁵ Lire à ce propos Sergeric, J., *L'amiral Mahan et la puissance impériale américaine*, Rennes, Ed. Marines, 2010.

METTRE EN AVANT LE PRINCIPE D'UNE POLITIQUE DE BON VOISINAGE

Comme indiqué précédemment, le concept de bon voisinage dans la politique étrangère chinoise n'est pas un principe entièrement nouveau mais il a été réaffirmé de manière constante depuis le milieu des années 1990. Il repose sur le triptyque amitié, paix et prospérité – un voisinage amical, un voisinage en paix, un voisinage prospère et constitue le fer de lance de la rhétorique chinoise vis-à-vis de l'Asie du Sud-Est.

METTRE EN AVANT LE PRINCIPE DE NON-INGÉRENCE DANS LES AFFAIRES INTÉRIEURES

Le principe de non-ingérence dans les affaires intérieures des États a pour corollaire la notion de respect mutuel, c'est-à-dire que la Chine attend en retour de ses partenaires économiques et commerciaux qu'ils se conforment eux aussi à ce principe. Celui-ci trouve à l'évidence un large écho chez les voisins d'Asie du Sud-Est dont c'est le *modus vivendi*. Le principe de non-ingérence fait partie des principes fondateurs de l'Association des nations du Sud-Est asiatique (ASEAN) inscrits dans le Traité d'Amitié et de Coopération en Asie du Sud-Est.

5 DÉFIS GÉOPOLITIQUES DE LA CHINE DANS LE DÉPLOIEMENT D'UNE DIPLOMATIE ÉCONOMIQUE EN ASIE DU SUD-EST

Les défis géopolitiques de la Chine dans le déploiement d'une diplomatie économique en Asie du Sud-Est tournent autour de la question taïwanaise, la question de Hong Kong et l'Asie du Sud-Est elle-même.

5.1 LA QUESTION TAIWANAISE

Selon Barthélémy Courmont, « l'un des principaux objectifs de Pékin à court terme est d'entretenir la menace d'envahir Taïwan à un niveau élevé. »²⁶ C'est dans cette optique que le gouvernement chinois consacre une forte part de son budget de défense à la modernisation de la marine et à la militarisation du Détroit. Cette politique de puissance quelque peu belliqueuse se heurte à la méfiance des Taïwanais et à leur refus de soumission. Le fait que Taïwan ait refusé le parcours de la flamme olympique en est d'ailleurs une illustration symbolique.

En effet, le gouvernement taïwanais déplore que l'étape de Taïpei se situe entre les pays tiers et les villes chinoises et non entre deux pays tiers. En mai 2019, le Premier Ministre taïwanais Su Tseng-chang s'est prononcé contre la politique chinoise d'indivisibilité du pays²⁷ qui ferait de Taïwan la 23^{ème} province de la RPC. Les Taïwanais rejettent également le principe de Deng Xiaoping, « un pays, deux systèmes » appliqué à Hong Kong et Macao, Régions Administratives Spéciales (RAS) depuis leurs rétrocessions respectives de 1997 et 1999. Or, d'après une enquête mise en avant par le vice-président du Conseil aux Affaires Continentales (MAC), 70 % des sondés refusent la mise en application de ce principe à Taïwan²⁸. Bien qu'ils soient étroitement liés à Taïwan depuis 1979 et l'adoption du Taiwan Relation Act, qui contient une clause de sécurité, les États-Unis semblent aujourd'hui moins défavorables à la politique d'une seule Chine édictée par Pékin et se constituent en arbitre du différend qui oppose la Chine à Taïwan. Ils tentent ainsi de maintenir le statu quo, non sans critique de la part de la RPC qui dénonce le commerce de matériel militaire high tech auquel le pays se livre avec Taïwan. Les échanges sont d'ailleurs en forte hausse non seulement grâce à l'augmentation du budget de défense taïwanais (20,1 % du budget de l'État en 2007) mais également grâce au vote des crédits par le Yuan taïwanais (le Parlement) pour l'acquisition de 60 missiles anti-navire Harpoon, 6 à 8 destroyers Aegis et 8 sous-marins diesels²⁹. Toutefois, Washington s'inquiétait des annonces « chocs » du gouvernement taïwanais et en particulier celles qui concernent le projet de référendum sur l'entrée de Taïwan à l'ONU qui était prévu pour mars 2008 - projet qui avait reçu l'appui d'une partie des organisations politiques de l'île. C'est une raison parmi d'autres pour laquelle les États-Unis ont récemment refusé d'honorer la commande taïwanaise de 66 F-16³⁰.

²⁶ « Le nouveau Livre blanc sur la défense de la Chine », Barthélémy Courmont, IRIS, 5 Janvier 2007.

²⁷ Communément désignée par les termes « politique d'une seule Chine ».

²⁸ « Le système proposé par la Chine n'est pas acceptable pour Taïwan », Anthony Lu, Taïpei Soir, 4 Juillet 2007

²⁹ « Livraisons d'armes américaines à Taïwan. Psychodrames, retards, ratés et agacements », François Danjou, 1er Septembre 2007, http://www.questionchine.net/article.php3?id_article=2354, consulté le 20 mai 2020.

³⁰ « Livraisons d'armes américaines à Taïwan. Psychodrames, retards, ratés et agacements », François Danjou, 1er Septembre 2007, http://www.questionchine.net/article.php3?id_article=2354, consulté le 20 mai 2020.

5.2 LA QUESTION DE HONG KONG

Lors de la rétrocession de Hong Kong à la Chine par le Royaume-Uni, le président chinois Deng Xiaoping avait énoncé le célèbre principe «Un pays, 2 systèmes»: jusqu'ici comme Macao, Hong Kong est une *Région Administrative Spéciale* chinoise qui jouit d'une certaine autonomie économique, politique et culturelle. Cette situation devrait perdurer jusqu'en 2047 selon la *Basic Law* de Hong Kong.

Mais la transition crée des frictions. A l'époque du Mouvement des Parapluies, en 2014 les manifestants réclamaient le suffrage universel pour élire le chef de l'exécutif, comme prévu par la *Basic Law*. Cette fois ils dénoncent depuis décembre 2019 l'application de la loi chinoise continentale sur une partie du territoire de Hong Kong: la gare centrale de Hung Hom³¹.

La Chine voit une main noire des américains dans les revendications autonomistes à Hong Kong, une façon pour les Etats Unis d'affaiblir la Chine. En ce qui concerne Hong Kong, l'argument de Pékin n'est pas nouveau. Le régime chinois avait déjà accusé la NED³² d'être la « *main noire* » derrière le « mouvement des parapluies » en 2014. À l'époque, l'organisation américaine n'avait pas nié ses programmes de financement, qui existent à Hong Kong depuis vingt ans. Elle s'était défendue en arguant que ses subventions à des ONG locales servaient à organiser des ateliers de formation à la citoyenneté ou à la défense des droits de l'homme, et qu'elles ne pouvaient être assimilées à des menées insurrectionnelles pour un changement de régime.

Donald Trump a ensuite saisi le parti à tirer des événements à Hong Kong dans sa guerre commerciale avec Xi Jinping, conditionnant la conclusion de son deal avec la Chine à un dénouement « *humain* » à la crise. Bref, on reste loin d'un plaidoyer pour l'État de droit ou le suffrage universel, deux des revendications des manifestants hongkongais³³.

Le Congrès américain (représentants et sénateurs) a voté mercredi 20 novembre 2019, à la quasi-unanimité, une résolution soutenant les « droits de l'Homme et la démocratie » à Hong Kong, provoquant la colère de Pékin. Le texte est maintenant sur le bureau de Donald Trump qui pourrait l'approuver, sur fond de guerre commerciale avec la Chine³⁴. *Ce vote du Congrès est incontestablement un message très fort envoyé aux autorités chinoises et le destin de Hong Kong pourrait basculer dans les jours qui viennent.*

Si la loi est promulguée par Donald Trump, Pékin perdrait une place financière et commerciale importante pour elle, mais les États-Unis en subiraient également les conséquences. Les échanges entre Hong Kong et les États-Unis sont évalués pour 2018 à plus de 60 milliards de dollars, avec un bénéfice commercial de 33 milliards de dollars en faveur des États-Unis, (le plus gros surplus du monde pour Washington).

Aux yeux de la Chambre de Commerce américaine de Hong Kong, « *le moindre changement de statut de Hong Kong aurait un effet très inquiétant non seulement pour le commerce et les investissements américains mais enverrait des signaux très négatifs sur l'image d'économie globale de Hong Kong* ». Difficile d'évaluer toutefois qui, de la Chine ou des États-Unis, perdrait le plus. Déjà la Bourse de Hong Kong a terminé en baisse de 1,57 %, le 21 novembre 2019, les investisseurs étant inquiets que l'initiative ne vienne torpiller les efforts sino-américains pour finaliser un accord commercial.

À Washington, ce 22 novembre 2019³⁵, la loi est sur le bureau de Donald Trump, et les rumeurs recueillis par certains journalistes de la Maison-Blanche laissent penser que le président la signerait.

³¹ Projet de loi qui autoriserait les extraditions vers la Chine continentale. En vertu du principe "un pays, deux systèmes" ayant présidé à sa rétrocession, Hong Kong bénéficie actuellement d'un système juridique distinct de celui de la Chine. L'exécutif local entend permettre "au cas par cas" le transfert de fugitifs en Chine continentale pour qu'ils y soient jugés.

³² La Fondation Nationale pour la Démocratie (NED) est une fondation privée à but non lucratif engagée dans le renforcement et le progrès des institutions démocratiques dans le monde entier. Chaque année, la NED distribue plus de 1000 subventions pour soutenir les projets de groupes non gouvernementaux à l'étranger qui travaillent pour des objectifs démocratiques dans plus de 90 pays.

³³ Informations disponible sur <http://www.rfi.fr/asie-pacifique/20191023-hong-kong-sont-forces-etrangeres-denoncees-pekini>.

³⁴ Idem.

³⁵ Entretien de Dorian Malovic, sur « Le destin de Hong Kong entre les mains de Donald Trump », disponible en ligne sur <https://www.la-croix.com/Monde/Asie-et-Oceanie/Le-destin-Hong-Kong-entre-mains-Donald-Trump-2019-11-22-1201062031>, consulté le 10 mai 2020, à 12 heures 12 minutes.

5.3 ASIE DU SUD EST

L'Asie du Sud-Est a été l'un des théâtres les plus virulents de la guerre froide parce que la concurrence entre les deux systèmes mondiaux se doublait d'une rivalité entre puissances communistes. Considérés comme une vitrine du développement libéral, les pays fondateurs de l'ASEAN ont engagé leur croissance en bénéficiant du soutien des pays occidentaux, qui ont ouvert leur marché et investi massivement. Ils ont toutefois évité les pièges d'une polarisation manichéenne et maintenu ouverts les liens avec l'ensemble de leurs partenaires: États-Unis et Union européenne évidemment, mais aussi Chine, Inde, URSS/Russie. C'est d'Asie du Sud-Est que sont venues, au début des années 1990, les initiatives qui aujourd'hui construisent la région. Avec la multiplication des accrochages³⁶ en mer de Chine du Sud, l'Asie du Sud-Est devine qu'elle entre dans une ère d'instabilité structurelle: les risques de tensions et de dégénérescence de crise sont réels non seulement entre les États de l'ASEAN mais avec leurs partenaires extérieurs. La région va servir de terrain d'ajustement des relations sino-américaines: c'est dire son importance en même temps que rappeler les enjeux.³⁷

6 CONCLUSION

Nous indiquons in fine que la réflexion qui a porté sur *la Chine et le déploiement d'une diplomatie économique en Asie Sud-Est: enjeux et défis géopolitiques*, nous a permis d'indiquer que l'Asie est aujourd'hui, de loin, la zone prioritaire de la politique étrangère chinoise. À l'évidence, depuis le 18e congrès du Parti communiste en novembre 2012, Pékin tente de développer une diplomatie plus proactive dans la région et de passer à la vitesse supérieure dans le déploiement de cette politique, dont les grands axes avaient déjà été dessinés à la fin du mandat de Hu Jintao.

Sous Xi Jinping, conférences de travail³⁸, rencontres bilatérales et multilatérales, déclarations de bonnes intentions comme de fermeté, projets de coopération économique s'enchaînent plus rapidement que sous l'équipe précédente. Cela ne signifie pas que le reste du monde ne compte pas pour la Chine. Au contraire, Pékin suit désormais de près la plupart des conflits mondiaux (Syrie, plus récemment Ukraine) et participe largement à des opérations de sécurisation ou de maintien de la paix loin de l'Asie (casques bleus chinois au Mali, participation aux opérations de lutte contre la piraterie au large de la Somalie, notamment). L'implication de la diplomatie chinoise est croissante sur la quasi-totalité des enjeux mondiaux. Mais les développements récents, sous Xi, tendent à indiquer que c'est avant tout son statut de puissance régionale que la Chine cherche aujourd'hui à consolider.

Les dirigeants chinois s'intéressent à la notion de « politique de voisinage » depuis de nombreuses années. Le terme était déjà employé au début de l'ère Hu (2002-2012), et la réflexion sur l'élaboration d'une telle politique largement engagée au sein des principales institutions de recherche et d'expertise à Pékin. Mais à l'évidence, depuis l'arrivée de Xi à la présidence de la République en mars 2013, la diplomatie chinoise est plus proactive dans la région. Au cours de nombreuses visites qu'ils ont effectuées dans les pays voisins tout au long de l'année 2013, les dirigeants chinois ont insisté sur deux concepts, présentés comme les nouveaux axes de cette politique régionale: celui de « route maritime de la soie » (*maritime silkroad*) et de « zone économique de la route de la soie » (*silk road economic belt*), reliant la Chine à l'Europe par des infrastructures et une

³⁶ La Mer de Chine Méridionale constitue un enjeu stratégique de premier plan pour les États d'Asie du Sud-Est qui la bordent, mais aussi pour la Chine et Taïwan. Elle est le cadre de litiges territoriaux maritimes qui s'appuient sur des revendications très controversées, mais d'autant plus importantes aux yeux des États impliqués que des considérations patriotiques viennent se greffer à la présence d'importantes ressources naturelles, réelles et potentielles, dans les eaux des archipels convoités. La dimension géostratégique du problème déborde d'ailleurs de la région sud-est asiatique et l'implication croissante de puissances extérieures à la région, notamment les États-Unis, vient encore attiser les tensions. Alors que les périodes de tension accrue succèdent à des moments de relative accalmie, la recherche d'une solution négociée et la résolution d'une dispute récurrente qui risquerait à tout moment de provoquer une escalade régionale voire mondiale devient de plus en plus cruciale. L'impact de cette situation sur les organisations régionales, notamment l'ASEAN, ne plaide pas forcément en faveur de l'optimisme.

³⁷ Sophie Boisseau du Rocher, *Asie du Sud-Est : une géopolitique à risque*, in *Accomex* n° 113, pp. 1-16.

³⁸ En octobre 2013, s'est tenue à Pékin une conférence extraordinaire sur la diplomatie de voisinage (*Peripheral Diplomatic Work Conference*), présidée par Xi Jinping. Il s'agissait de la première conférence de haut niveau sur ce thème en Chine, et de la première rencontre majeure de politique étrangère depuis la « conférence sur le travail diplomatique » (*Foreign Policy Work Conference*) de 2006. Contrairement à cette précédente édition, qui abordait les enjeux de politique étrangère au sens large, la conférence de 2013 s'est concentrée sur l'environnement géographique proche de la Chine.

coopération économique renforcées, avec les voisins d'Asie centrale et d'Asie du Sud-Est notamment. Ces concepts recouvrent des objectifs multiples qui concernent avant tout le développement économique intérieur.³⁹

Ce sont avant tout des considérations économiques qui guident les relations de la Chine avec ses voisins. Les dirigeants chinois doivent plus que jamais réduire les inégalités de développement existantes sur le territoire chinois, lesquelles se sont accrues depuis l'ère de réforme et d'ouverture lancée par Deng Xiaoping en 1978, et que Hu n'a pas réussi à maîtriser. La priorité est de développer les provinces pauvres de l'Ouest et du Centre du pays, et en premier lieu celles en proie à de fortes tensions ethniques (Xinjiang, Tibet entre autres). Pour ces provinces, le modèle de développement basé sur une ouverture des villes côtières à l'instar des zones économiques spéciales lancées par Deng n'est encore pas applicable, à cause des efforts que la Chine concentre dans le secteur de la défense afin d'accroître son influence militaire dans la région.

Concrètement, la Chine souhaite renforcer les infrastructures et réseaux de communication transrégionaux (ports, routes, chemins de fer), qui pourraient à terme faciliter les échanges dans la région mais aussi l'acheminement par voies terrestres, plus court que par voies maritimes, des produits chinois vers les marchés européens.

En parallèle, les dirigeants chinois affirment leur volonté de « renforcer le commerce et les investissements » entre la Chine et ses voisins⁴⁰, et appellent à la production des biens de gammes variées à des prix concurrentiels, à la création de nouvelles zones de libre-échange transfrontalières, à l'amélioration de ses relations avec les pays de l'ASEAN, etc. sans oublier la stratégie de collier de perles afin de contrer l'encerclement que veut lui imposer les Etats-Unis d'Amérique.

REFERENCES

- [1] Discours de Xi lors de la *Peripheral Diplomatic Work Conference*, Pékin, 25 octobre 2013.
- [2] Dominique Bari, Washington joue-t-il la stratégie de la tension avec la Chine ?, parue le 17 juin 2016, disponible en ligne sur <https://www.humanite.fr/washington-joue-t-il-la-strategie-de-la-tension-avec-la-chine-609732>, consulté le 8 mai 2020, à 12 heures 26 minutes.
- [3] Ekman, A., "Asie-Pacifique: la priorité de la politique étrangère chinoise" article publié en ligne sur <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2014-3-page-11.htm>, consulté le 25 Mai 2017 à 9heures 30 minutes.
- [4] François, J., « Chine-USA, la guerre programmée », in first éditions, Mars 2006.
- [5] Mahan et la maîtrise des mers, ed de Pierre Naville, Paris, Berger Levrault.
- [6] Mehdi, T., Introduction à la Géopolitique, Université Virtuelle de Tunis, 2008, p.39.
- [7] Sarah Y. Tong & Catherine Chong Siew Keng, « China-Asean free trade area in 2010: a regional perspective », EAI Background Brief, n° 519, 12 avril 2010; 2007 Statistical Bulletin of China's Outward Foreign Direct Investment.
- [8] Schaeffer, D., Chine ambitions, réalité, futur et coopérations stratégiques, Paris, 2010,.
- [9] Sergeric, J., L'amiral Mahan et la puissance impériale américaine, Rennes, Ed. Marines, 2010.
- [10] Sophie Boisseau du Rocher, Asie du Sud-Est: une géopolitique à risque, in *Accomex* n° 113.
- [11] Tran Dai, C., « Chapitre 8. La diplomatie économique de la Chine en Asie du Sud-Est », disponible en ligne sur Internet, <http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/en/c/2009-04-10/70585.shtml>), consulté le 12 Mai 2017.
- [12] Vergeron, K., « Forces et faiblesses de la Chine », in *Question d'Europe*, n°235, 2 avril, 2012,.

³⁹Ekman, A., "Asie-Pacifique : la priorité de la politique étrangère chinoise" article publié en ligne sur <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2014-3-page-11.htm> , consulté le 25 Mai 2017 à 9heures 30 minutes.

⁴⁰ Discours de Xi lors de la *Peripheral Diplomatic Work Conference*, Pékin, 25 octobre 2013.

Tourist development of heritage in Algeria: Case of the Hypone Site «Annaba»

Sid Ahmed Soufiane

Land Use Planning Department, Space and environmental analysis laboratory, Faculty of Earth Sciences,
Badji Mokhtar - Annaba University, Sidi Amar P.B. 12, Annaba, 23000, Algeria

Copyright © 2020 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: Archaeological heritage sites constitute an important factor for the economic and social life of many countries, the development policy came to emphasize the safeguard and the preservation of landscapes and natural or fabricated sites, against the attacks, which have impoverished the cultural heritage, this heritage which represents a historic imprint for future generations.

In a world where tourism has become the leading industry on the market, sustainable tourism has found its place as a major player through the network of Internet travelers. Welcome, solidarity and conviviality are the order of the day, giving meaning to sharing. This «extra soul» has the capacity to enrich moments, places, attractions and heritage.

Algeria contains archaeological sites, which are classified as world cultural heritage by UNESCO. Unfortunately, reality shows that most of these sites are left to deteriorate without any real intervention.

Through this research work, it is a question of examining the problem of integrating the conservation and enhancement of archaeological sites in the context of producing sustainable tourism for the city of Annaba and for Algeria.

KEYWORDS: heritage, Hypone archaeological site, preservation, tourism, sustainability, Annaba.

1 INTRODUCTION

International Heritage and sustainable development appear today as two consensual concepts. The need to protect and transmit heritage through the promotion of sustainable cultural tourism is now a widely spread idea around the world. (Gravari-Barbas, 2004) confirms this opinion by estimating that: "Any urban manager, elected or technician now seems convinced that a city which values its architectural and urban heritage gives itself the means to better prepare its future".

Thus, cultural tourism is commonly recognized as a sector offering significant potential to developed countries as well as to developing countries in terms of sources of income, foreign exchange earnings and job creation [1]. This is why some countries have not hesitated to put this type of tourism into practice. France, the leading tourist country in the world, has adopted it; the same is true for Morocco and Tunisia [2, 3], which have chosen to put sustainable cultural tourism at the heart of their development strategies.

2 METHODOLOGY

The method of approach to this work follows a hypothetico-deductive procedure, i.e. an inductive approach that starts from the specific towards the general. It aims to lead us to an already deduced truth based on an experimental approach, which consists in observing a phenomenon in the field and to propose adequate hypotheses, this work consists in verifying the proposed hypotheses either by confirmation or by invalidation. The study introduced, suffers from a lack of sources and documentation, it is based on a limited documentation: General works and technical studies, Reports, Maps, Reports of ministerial and private organizations [4]. We will therefore supplement these classic sources with any previous work and some studies already carried out on this topic that are closely or remotely related to our subject. The field survey formed the basis of our approach in the course of this study. Free direct observation was a main tool during our approach to observe the different interactions due to this coexistence between tourism and heritage preservation and to develop the current state. Also, the questionnaire distributed on the population and the actors who helped us to study several aspects of our problematic, moreover we undertook interviews with representative characters.

Our research aims to suggest avenues of reflection to understand the complex relationships that exist between the enhancement and preservation of heritage and the development of sustainable tourism.

In this research work, we will try to verify the following hypotheses:

- Archaeological sites constitute a particular category of cultural heritage and therefore require a specific approach to conservation and enhancement.
- Archaeological sites can only be durably preserved through their integration into a policy of regional planning and sustainable tourist development.

The basic reflection which gives rise to this research dissertation firstly tends to clarify and make clearer the correlation and interaction between the preservation of cultural heritage "archaeological sites" and national policy for tourism development.

Two main concepts emerge from this relationship, namely:

- 1- Preservation and enhancement of archaeological sites to ensure sustainable tourism development.
- 2- Compare the decisions taken at the national level with the reality on the ground through the case study - hypone site - in the city of Annaba.

3 PRESENTATION OF THE STUDY AREA

The choice of the air of study-archaeological site of hypone as field of investigation and application of our approach is justified by several reasons:

- The archaeological site of hypone represents a considerable heritage and representative of the rich heritage of the department of Annaba.
- The existence of a muse in the study area and near the hypone church.

3.1 SITE AND SITUATION

The archaeological site of Hypone and the museum are located to the south-east of the city of Annaba, near the entrance to the city of Annaba and opens outwards via the RN 44 tracks and the road d'el Hadjar, it is therefore a must for all arrivals to Annaba. For this, it benefits from a privileged location to be exploited with regard to the city and even the neighboring cities.

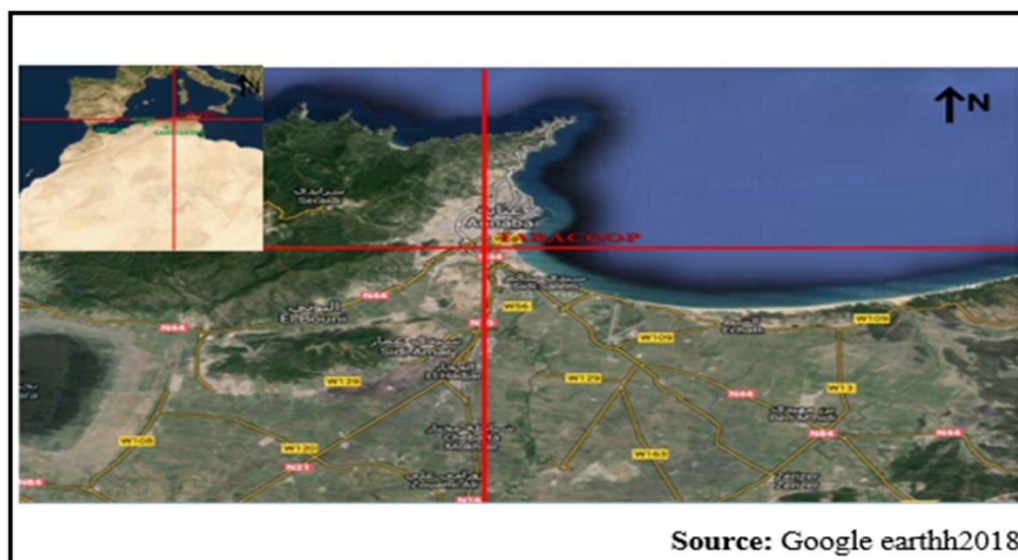


Fig. 1. Situation of the study air in relation to the city of Annaba

Our study area occupies a strategic position in the city of Annaba and in particular in relation to the great symbolic element of the city such as: the city, Sidi Brahim roundabout - Sidi Brahim mosque and the Saint Augustine basilica [5].



Fig. 2. Situation of the study air in relation to the city of Annaba

Source: Google earth and treatment by the author, 2018

3.2 HISTORY

3.2.1 PREHISTORY

It was founded by the Phoenicians, a prosperous Punic agglomeration allied with Carthage, then Numidian metropolis of Massinissa in the 3rd century BC. before the defeat in 46 BC. of Juba I, ally of Pompey, did not entail its annexation to the Roman province of Africa Nova, created by Julius Caesar [5,1].

3.2.2 ROMAN

In the 5th century, Hypone became the home of Christianity under the episcopate of Saint Augustine bishop of the city between 396 and 430. The ruins of Hypone are made up:

- The residential area where most of the mosaics come from,
- The christian quarter where the basilica is located,
- Large thermal baths and the forum.

Hypone has known wealth and splendor. It was one of the large cities of Africa Nova and the most opulent market in Roman Africa.

3.2.3 MUSLIM

After long years of stagnation, it witnessed the arrival of Islam, and in 705, Hypone then fell under the thumb of the Muslim dynasties which have left no traces.

3.2.4 FRENCH

In 1837 the site of Hypone was only wild and completely deserted land. The lands were ceded for the benefit of small market garden properties, over which the industrial extension of the town of Bône soon took control. The Basilica of Saint Augustine was started in 1881 and completed on March 29, 1900, to be consecrated on March 29, 1909 by Monsignor Dupuch. In 1893 the vast cisterns of Hadrian, discovered in the ruins, with a capacity of 12,000 m³, were restored [8]. It was then the only visible vestige.

The first Hypone Museum made up of natural scientific and archaeological collections was created by the Academy of Hypone after 1863 in the nursery of the colonial government of the city of Bône. The conditions of exposure and conservation being bad, it was transferred in various places of the city until purchase in 1909 by the city of Bône, of the property pegged located on the ancient site of Hypone, where a provisional museum had take up residence in a roofless building near the ruins and along the road, consisting of a lapidary square and a single showcase room for small or delicate objects. Too narrow and

devastated by the vagaries of time and war between 1945 and 1946, it was transferred to its current location at the top of Gharf-El-Atran where a former Byzantine stronghold was established. Redeveloped into a penitentiary by the colonial authorities with materials taken from the ruins, the building was the object immediately after its purchase in 1950, of a museum whose Academy of Hypone undertook to house there all the archaeological collections emanating from old excavations and new businesses under the Directorate of offices of Historical Monuments in Algeria from 1929 [8].

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 STRUCTURAL ELEMENTS OF THE ARCHAEOLOGICAL SITE

The following figure determines the importance of our air of study in relation to the elements that structure the city of Annaba.

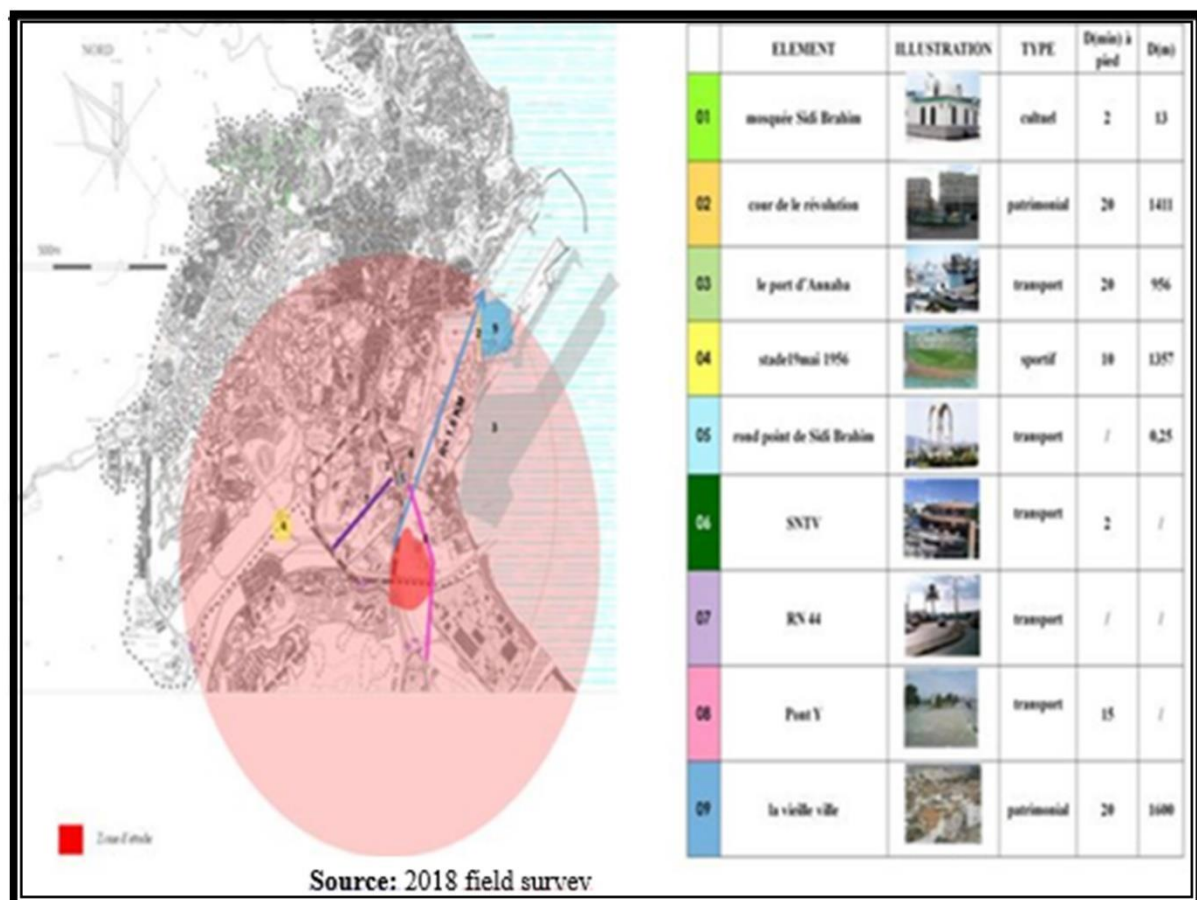


Fig. 3. The main structural elements of the archaeological site of Hypone in the city of Annaba

4.2 THE ACCESSIBILITY OF THE STUDY AREA

The studied site - Hypone archaeological site - is limited by the major structural axes of the city (NR44 and NR 16).

Access to the site is ensured by two primary routes: Access from the roundabout to Abbaye Lorry, the busiest and most secure access, which is preferable.

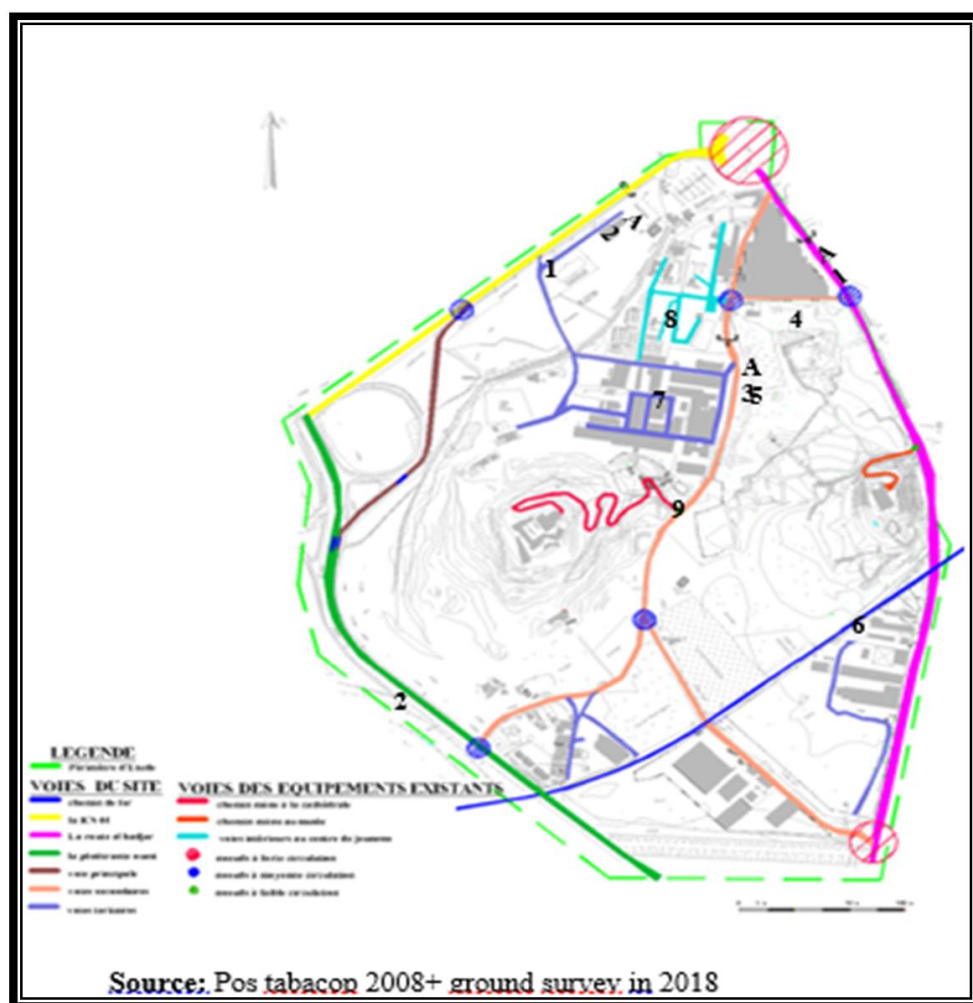


Fig. 4. Accessibility of the study area - according to the guidelines of Pos

4.3 SITE FEATURES

Our air study consists of several sites reflecting the image of each period (see map below).

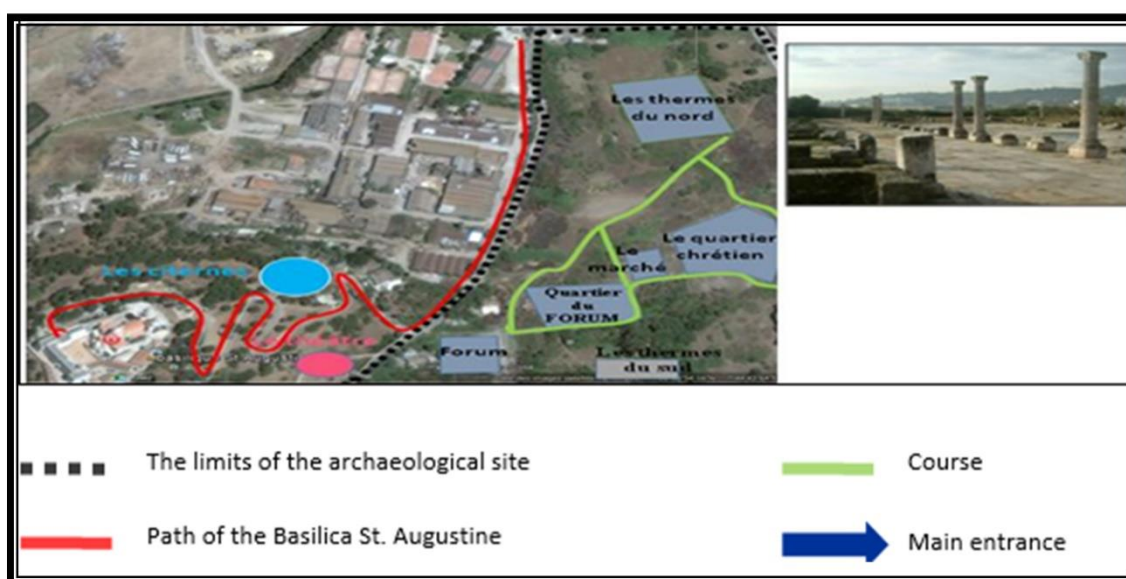


Fig. 5. Air study: land use

The site of Hypone (the Roman city of Hypone) is divided into several districts:

4.3.1 THE FORUM DISTRICT

- The Forum

The Forum Hypone is the largest and oldest discovered in North Africa. In the longitudinal axis is oriented north-south exactly. The area, alone, measures 76 meters by 43 meters, it was framed by the colonnade of a peristyle, raised by two steps bordered by a level which can be seen along the West, North and East sides. columns remain in part. You have to imagine them with their rich entablature, the cornice with modillions, rosettes and denticles. Along the west side there are 26 bases, 15 on the opposite side and on the small north side.



Fig. 6. The Hypone Forum

There are 6 of them. Some fluted columns (3.60 m high), with their composite Corinthian capitals. The porticoes were luxurious, but the eastern portico (7m. 50) seems to have been the most important and it is the best preserved. There are at least ten rooms whose floor and walls were covered with marble, their decoration and the system of their closure make one think of chapels where the statues of the deities were housed [5].

4.3.2 THE MARKET



Fig. 7. View of the Roman market

The market is highly degraded square, this set was made up of a First peristyle court (37m x 11m) decorated with a pavement of black and white mosaic decorated with swastikas, and a second yard, square plan (16mX16m) where we can see the remains of a central rotunda (tbolds). This kiosk was raised above three degrees of marble and surrounded by columns [5].

4.3.3 CHRISTIAN QUARTER

This district should logically be called the district of the Great Basilica. It forms a sort of five-sided polygon, bordered by the villa of the Council to the west, the villa of the Bishopric to the south, the villa of the basilica to the east and the villa of the Foulons to the north. It is located to the east of the site cleared of Hypone and therefore historically and geographically, it

constitutes one of the parties most recent reclaimed from the sea, since it is the limit of the protective walls against the sea. Buildings found there date back throughout the fourth century and later period. By extension, this area appears to have been one of the main centers of Christian Hypone. It includes a number of important monuments: the Great Basilica and its annexes and the trefoil Chapel.



Fig. 8. *View of the Christian quarter and the waterfront district*

4.3.4 THE WATERFRONT DISTRICT

The walls in large unit for a long time, these walls were lagrande enigma; they were considered either very early period, either Punic period. However, we must return to the obvious: these walls are newer, even if they are of Punic bill. It has three walls:

- 1- The western wall which measures 75 m on a height of 5 m, in detail we notice the variety of colors (white and gray) of the block sizes
- 2- The eastern wall: it is different from the previous wall, because the blocks are in white limestone and gray veined limestone.
- 3- The central wall: it is made up of blocks of tuff on which large blocks of elongated gneiss have been placed.

4.3.5 THE GREAT THERMAL BATHS OF THE NORTH

Leaving the waterfront area, following < the street of the basilica > and large thermal baths, you will go to another part of Hypone, the essential element of which is the Grand Thermes du Nord. Built on an asymmetrical plan, the building occupies an area of 4,500 m². It was surrounded by an elevated peristyle which served a marble paved palestra, of which only the north and west galleries have been preserved. From the frigidarium, one reached either the caldarium, by two passages located at the bottom of the western apse, or tepidarium. The caldarium had two hot pools and a steam bath where you can still observe the basin from which the hot water was drawn, necessary for the first scrub, which involved the strigil.

4.3.6 THE SOUTHERN THERMAL DISTRICT

About 400m south of the great thermal baths and about 225m south-east of the Forum, a new important bathing establishment has been discovered. Its facade, facing North North-West, South-South-East, is clear over a length of 55m and an average depth of 22m, overlooked, 3m higher by huge blocking massifs coming from collapsed vaults. The northern half of the part uncovered has concrete platforms, formerly paved with marble, a whole system of well-preserved pipes and which supplied in particular an elegant cold pool forming a rectangle of 3m 90 by 3m 25, one of the long sides of which is slightly rounded and whose pavement and part of the marble walls have survived.

4.3.7 THE THEATRE

We saw above that a new section of "decumanus" starting from a "cardo", originating in front of a monumental fountain at the junction of the two ways, skirted the northern peristyle of the forum in the direction of the hill of Saint Augustin, the slope of which it began to climb to the point where, after 50m of travel, it also sank under the modern road which crosses it obliquely, limiting our area to the west. It is about 50m to the South From this point, which we see at the edge of this same road (rural road of Baléliéta) after its junction leading to the cisterns and the current Basilica, a section of ancient wall visible

at all times, on the left, and whose structure, half rubble, half brick, had suggested that it may have belonged to thermal baths or even to a rampart door from the 11th century.



Fig. 9. View on the theater

4.4 TOURIST ATTRACTIVENESS OF THE STUDY AREA

Table 1. Statistics of visitors to the Hypone museum and archaeological site

Months	Foreign visitors	National visitors	Schooled visitors
January	49	68	00
February	46	30	44
March	107	40	166
April	146	150	47
May	95	50	55
June	25	58	37
Jully	89	77	22
Agust	100	124	34
September	70	56	14
October	165	37	13
November	24	85	05
December	37	33	58
Total	953	808	495

The museum and archaeological Hypone site is a major tourist attraction, especially foreigners who come from all over to discover this prestigious site.

To show this appeal we will put the statistics of tourists to the museum and Hypone site.

5 EXPECTED RESULTS

According to the diagnosis carried out, several constraints were identified which interrupt the development of cultural tourism on this site.

We apply the SWOT, which is an acronym meaning Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats. SWOT is an acronym meaning Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats. An analysis technique is now widely used and applied to many types of organizations, from institutions to businesses [9].

Table 2. Application of the swot method in the hypone site

Strengths	Weaknesses	Opportunities
• A favorable ecosystem. Sites still untouched. • Important transport infrastructures. Rich history. • Archaeological and historical potential • The existence of 05 ZETs	• Late tourism policy. • Blatant lack of hotel infrastructure. • A lack of professionalization of the sector. • A lack of schools and opportunities in tourism. • Lack of associations operating in this sector.	• Archaeological research to be developed; • Valorization of the heritage (natural, archaeological, typical sites...)

We have proposed recommendations that we believe can develop our study area and achieve sustainable tourism in the city of Annaba.

Constraints:

- 1- The existence of slums
- 2- one input
- 3- indefinite closure
- 4- the absence of lighting
- 5- the herbs in the site
- 6- insufficient security officers
- 7- presence of insects in the site
- 8- Lack of publicity for the site and museum (billboard, posters, etc.)
- 9- Lack of a monitoring system (cameras).

6 PROPOSALS AND RECOMMENDATIONS

- 1- The removal of slums and barracks
- 2- Transformation of the input (open a second door closer)
- 3- Finishing of the fence.
- 4- Installation of lighting poles
- 5- site weeding
- 6- increase the number of security guards
- 7- animate audio-visual and electronic advertising and raise awareness by associations (example the association of RAWNEK and the culture month from 18-04 until 14-05-2015)
- 8- install a surveillance system to prevent theft of objects (example of theft of a GORGONE mask).
- 9- Works to connect sewerage networks to public pipes
- 10- Integration of the tank.

7 CONCLUSION

The results, in particular in the case of study - archaeological site of Hypone, contribute to explain the complex relationships which exist between the tourist valuation of the inheritance and the preservation of the patrimonial and cultural monuments. Thanks to the various analyzes that we have mobilized (investigation, diagnosis of the state of affairs, land use, etc.), we have endeavored to provide answers to several questions relating to these reports: the discovery of heritage objects and their mobilization in tourism enhancement processes, the characteristics of the heritage enhancement process, the contribution of tourism enhancement of heritage in a sustainable aspect, based on the integration of all stakeholders (state, society, association) [6].

The current state of the study air, determines the absence of a real policy of preservation and safeguarding of the archaeological heritage on the scale of the city of Annaba, this situation resists a proactive policy of preservation producing 'sustainable heritage tourism.

The different results we have achieved in this study open the way to new research, in particular towards more in-depth studies on the perseverance of heritage and the development of sustainable tourism.

REFERENCES

- [1] Audrerie.D, La protection du patrimoine culturel dans les pays francophones. Paris, France: Ed ESTEM, 2000.
- [2] Cluzot, C. O, Le tourisme culturel. Paris: coll. Que sais-je, PUF, 2006.
- [3] Djamel, D, Pour une nouvelle politique de conservation de l'environnement historique bâti algérien - cas de Constantine-. Thèse en architecture, Université Mentouri Constantin, 2007.
- [4] Doueihy, M, La grande conversion numérique. Paris: Points/Seuil, 2011.
- [5] DPAt, monograph of he city of Annaba. WILAYA D ANNABA, 2018.
- [6] Law98-04, Official Journal, 1998, June 17.
- [7] OMT, Le tourisme culturel. Organisation Mondiale du Tourisme, 2007.
- [8] Urban, Plan d'occupation des sols Tabacop, 2013.
- [9] Wenger, E, Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Cambridge, Cambridge University Press, 1999.

Impact de la température sur les déformations d'une chaussée en fibre de canne à sucre (Bagasse) dans du mélange bitumineux en modulation de fréquence

[Impact of temperature on the deformations of a sugar cane fiber pavement (Bagasse) in a bituminous mixture in frequency modulation]

Ndack Niang¹, Alassane Ba², Mamadou Lamine Lo², Youssou Traore¹, Issa Diagne¹, Seydou Faye¹, and Gregoire Sissoko¹

¹Laboratory of Semiconductors and Solar Energy, Physics Department, Faculty of Science and Technology, University Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

²Polytechnic School of Thiès, BP A10, Thiès, Senegal

Copyright © 2020 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 article, we propose a study of heat transfer through a flexible pavement, the wearing course of which is composed of bitumen modified with sugar cane fibers (bagasse). The expressions for temperature and heat flux density are obtained from the heat equation established by Fourier. The influence of extrinsic parameters such as the convective and radiative heat exchange coefficient on pavement deformations are presented in order to quantify the thermal behavior of the bituminous mixture under lighting and shade.

KEYWORDS: Heat transfer, deformations, pavement, bitumen, sugar cane, frequency modulation.

RESUME: Nous proposons dans cet article, une étude de transfert de chaleur à travers une chaussée souple dont la couche de roulement est composée de bitume modifié avec des fibres de canne à sucre (bagasse). Les expressions de la température et de la densité de flux de chaleur sont obtenues à partir de l'équation de la chaleur établie par Fourier. L'influence des paramètres extrinsèques tels que le coefficient d'échange thermique convectif et radiatif sur les déformations de la chaussée sont présentées afin de quantifier le comportement thermique du mélange bitumineux sous éclairage et sous ombrage.

MOTS-CLEFS: Transfert de chaleur, déformations, chaussée, bitume, canne à sucre, modulation de fréquentiel.

1 INTRODUCTION

La route joue un rôle important dans le développement socio-économique d'un pays.

Un certain nombre de routes dans la plupart des pays du monde sont recouvertes de mélanges bitumineux chauds, mélange de granulats liés au bitume [1]. Cependant, les différentes couches de la route ne sont pas statiques à cause du développement continu de la conception des véhicules et des pneumatiques qui augmente souvent les contraintes qui leur sont appliquées. Leurs conceptions doivent tenir en compte de conditions climatiques extérieures [2,3].

Des études ont montré que certains matériaux locaux d'origine végétal [4,5] participe à améliorer le confort thermique et d'autres peuvent renforcer le comportement mécanique et thermique [6, 7, 8].

Ainsi par l'abondance des déchets de cendre de canne à sucre (Bagasse) [9,10] les résultats de recherche ont montré la nécessité à déterminer leur aptitude dans la modification de la construction de routes bitumineuses d'une part, et à vérifier

d'autre part, la réduction de la détérioration de la chaussée [11] sous forme d'ornières, de nids de poule, de fissures lorsque la température varie, préserver l'environnement de la pollution [12].

La structure d'une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux [13] rapportés sur un terrain naturel [14] pour permettre la circulation des véhicules.

La présente étude portera sur les effets de l'utilisation des fibres de canne à sucre (bagasse) [15] sur les performances mécaniques du bitume et son comportement thermique sous éclaircissement et sous ombrage [2].

2 THEORIE

Les couches qui constituent la chaussée (figure. 1, a) sont composées de matériaux de nature différente et de qualité généralement croissante de la base à la surface et contribue ainsi à la performance de la structure.

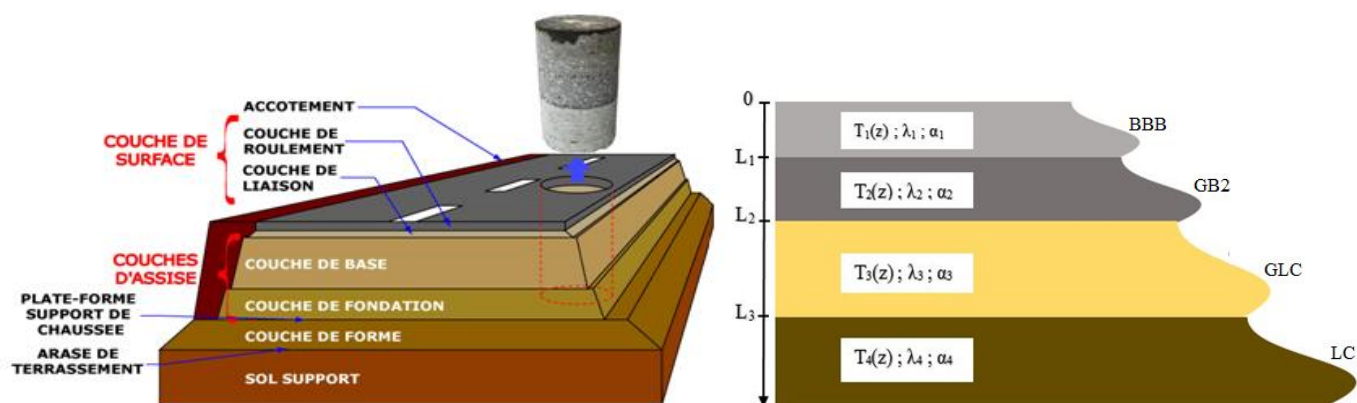


Fig. 1. a) structure d'une chaussée b) schéma simplifié

La canne à sucre (« *Saccharum officinarum* ») est une plante de la famille des Poacées (graminées) principalement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (Figure 2, a).

De la canne passée dans les différents broyeurs de la sucrerie on récupère la bagasse fraîche.

La bagasse (figure 2, b), formée de fibres végétales broyées, peut représenter jusqu'à 30 % de la matière issue de la canne. Elle renferme en moyenne 45 % d'eau, 48,5 % de fibres et 2,5 % de matière dissoute (principalement du sucre) [16].

De façon générale, les fibres naturelles connaissent une large gamme d'application relative à leurs propriétés thermiques, mécaniques et physico-chimiques [17].



Fig. 2. a) champs de canne à sucre b) fibre de canne à sucre: Bagasse

3 LES EXPRESSIONS DA TEMPÉRATURE ET DE LA DENSITÉ DE FLUX DE CHALEUR

Lorsque le système est soumis à des sollicitations thermique, il régit un phénomène de transfert de chaleur donné par l'équation de la chaleur décrit par:

$$\rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \cdot \Delta T + P_p \quad (1)$$

ρ (Kg.m⁻³) la masse volumique du matériau

C (J.Kg⁻¹.K⁻¹) la chaleur spécifique du matériau

λ (W. m⁻¹.K⁻¹) la conduction thermique du matériau

P_p (W.m⁻³) le puits de chaleur ou source de chaleur interne

T la température en un point considéré

En considérant que le transfert se fait de manière unidirectionnelle et que le système est en absence de source ou de production interne de chaleur $P_p = 0$.

Ainsi, nous établissons les équations décrivant les transferts de chaleur à l'intérieur des quatre couches (figure 1, b). Avec l'indice i (i variant de 1, 2, 3 et 4) représentant respectivement les différentes couches de la chaussée.

$$\frac{\partial^2 T_1(z_1, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial z^2} - \frac{1}{\alpha_1} \frac{\partial T_1(z_1, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 T_2(z_2, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial z^2} - \frac{1}{\alpha_2} \frac{\partial T_2(z_2, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 T_3(z_3, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial z^2} - \frac{1}{\alpha_3} \frac{\partial T_3(z_3, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 T_4(z_4, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial z^2} - \frac{1}{\alpha_4} \frac{\partial T_4(z_4, hc, hr, cn, I, \omega, t)}{\partial t} = 0 \quad (5)$$

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i}{\rho_i \cdot c_i} \quad (6)$$

Avec l'indice i (i variant de 1, 2,3 et 4) représentant respectivement les différentes couches de la chaussée.

$T_1(z_1, hc, hr, cn, I, \omega, t)$: Représentant la température considérée en un point du mélange Béton Bitumineux avec la Bagasse (BBB),

$T_2(z_2, hc, hr, cn, I, \omega, t)$: Représentant la température en un point considéré dans la Grave Bitume de classe 2 (GB2),

$T_3(z_3, hc, hr, cn, I, \omega, t)$: Représentant la température en un point considéré dans la Grave latérite ciment (GLC)

$T_4(z_4, hc, hr, cn, I, \omega, t)$: Représentant la température en un point considéré dans la latérite crue (LC).

Les conditions aux limites pour les différentes interfaces sont:

a. Interface entre le milieu extérieur et la couche de béton bitumineux, bagasse

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1(z)}{\partial z} \Big|_{z=0} = hc(Ta1 - T(0)) + hr(Ts - T(0)) + I_{sol} \quad (7)$$

hc : le coefficient d'échange thermique par convection

hr : le coefficient d'échange thermique par rayonnement

$Ta1$: la température ambiante du milieu

Ts : la température du soleil

I_{sol} : le flux solaire arrivant à la surface de la première couche

$$I_{sol} = (0.828.I + b) \cdot \left(1 - \frac{cn}{100}\right) \quad (8)$$

Elle combine l'expression du flux solaire I au sommet de l'atmosphère [18] au coefficient d'interception du flux solaire par l'atmosphère $b = -47.4 \text{ W/m}^2$ [19].

b. Interface entre la couche de béton bitumineux, bagasse et la couche de grave bitume de classe 2

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_1} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_1} \quad (9)$$

$$T_1(L_1) = T_2(L_1) \quad (10)$$

c. Interface entre la grave bitume de classe 2 et la grave latérite ciment

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_2} = -\lambda_3 \frac{\partial T_3(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_2} \quad (11)$$

$$T_2(L_2) = T_3(L_2) \quad (12)$$

d. Interface entre la grave latérite ciment et la latérite crue

$$-\lambda_3 \frac{\partial T_3(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_3} = -\lambda_4 \frac{\partial T_4(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_3} \quad (13)$$

$$T_3(L_3) = T_4(L_3) \quad (14)$$

e. Interface entre la latérite crue et la plate-forme

$$-\lambda_4 \frac{\partial T_4(z)}{\partial z} \Big|_{z=L_4} = 0 \quad (15)$$

$$T_4(L_4) = T_p \quad (16)$$

T_p est la température de la plateforme supposée constante dans ce travail.

La température initiale est considérée uniforme à l'intérieur de chaque couche:

$$T_i = T_{0i} \quad (17)$$

Pour introduire la température initiale T_i , on effectue les changements de variable de température

$$\begin{cases} \bar{T}_1 = T_1 - T_i \\ \bar{T}_2 = T_2 - T_i \\ \bar{T}_3 = T_3 - T_i \\ \bar{T}_4 = T_4 - T_i \end{cases} \quad (18)$$

En utilisant la méthode des séparations des variables, Nous obtenons les expressions de la température sur chaque couche:

Dans le mélange Béton Bitumineux, Bagasse (BBB):

$$T_1(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = (A_1 \sinh(\beta_1(\omega) \cdot z) + B_1 \cosh(\beta_1(\omega) \cdot z)) \cdot e^{i\omega t} + T_{01} \quad (19)$$

Dans la grave bitume (GB):

$$T_2(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = (A_2 \sinh(\beta_2(\omega).z) + B_2 \cosh(\beta_2(\omega).z). e^{i\omega t} + T_{02} \quad (20)$$

Dans la grave latérite ciment

$$T_3(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = (A_3 \sinh(\beta_3(\omega).z) + B_3 \cosh(\beta_3(\omega).z). e^{i\omega t} + T_{03} \quad (21)$$

Dans la latérite crue

$$T_4(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = (A_4 \sinh(\beta_4(\omega).z) + B_4 \cosh(\beta_4(\omega).z). e^{i\omega t} + T_{04} \quad (22)$$

Avec:

$$\beta_1(\omega) = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha_1}}(i+1) L_1^*(\omega) = \frac{1}{\beta_1(\omega)} \quad (23)$$

$$\beta_2(\omega) = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha_2}}(i+1) L_2^*(\omega) = \frac{1}{\beta_2(\omega)} \quad (24)$$

$$\beta_3(\omega) = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha_3}}(i+1) L_3^*(\omega) = \frac{1}{\beta_3(\omega)} \quad (25)$$

$$\beta_4(\omega) = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha_4}}(i+1) L_4^*(\omega) = \frac{1}{\beta_4(\omega)} \quad (26)$$

$L_1^*(\omega), L_2^*(\omega), L_3^*(\omega)$ et $L_4^*(\omega)$ représentent les longueurs caractéristiques de la diffusion thermique des différentes couches.

Les coefficients $A_1, B_1, A_2, B_2, A_3, B_3, A_4$ et B_4 sont déterminés à partir de la condition initiale et des conditions aux limites.

Nous supposons dans la suite du travail $T_{01} = T_{02} = T_{03} = T_{04}$ (température initiale avant excitation) respectivement pour les différentes couches de la chaussée.

La densité de flux de chaleur traduit la puissance thermique qui traverse la structure par unité de surface. Elle s'exprime en (W.m⁻²).

$$\vec{\Phi}_i(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = -\lambda_i \cdot \overrightarrow{\text{grad} T_i(z, hc, hr, cn, I, \omega, t)} \quad (27)$$

4 EXPRESSION DE LA DÉFORMATION ADMISSIBLE

Pour une couche de matériau bitumineux sollicitée en extension par flexion, la déformation admissible en fonction des paramètres thermo physique [20] est calculée selon l'équation suivante:

$$\varepsilon_{iadm}(z, hc, hr, cn, I, \omega, t) = \varepsilon_{i6} \cdot \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \cdot \sqrt{\left(\frac{E_i(10^\circ C)}{E_i(z, hc, hr, cn, I, \omega, t)}\right)} \cdot ks \cdot kr_i \cdot kc_i \quad (28)$$

Avec:

$$E_i(z_i, hc, hr, cn, I, \omega, t) = 2200 - 30 \cdot T_i(z_i, hc, hr, cn, I, \omega, t) \quad (29)$$

$\varepsilon_6(10^\circ C, 25Hz)$ = paramètre de la loi de fatigue du matériau bitumineux, représentant la déformation conduisant à une durée de vie de 1 million de cycles. Il est déterminé par essai de fatigue en flexion 2 points (NF EN 12697-24) à 10°C et 25Hz.

Pente de la loi de fatigue du matériau bitumineux (entre 0 et -1).

E est le module de rigidité obtenu à la température équivalente (NF EN 1297-26).

NE est le nombre de passage à l'essieu de référence.

k_c est le coefficient de calage qui prend en compte l'écart entre les prédictions de la démarche de calcul et l'observation du comportement des chaussées réelles. Sa détermination passe par l'analyse du comportement des chaussées sur une période de temps suffisante pour tenir compte des effets saisonniers.

k_s est le coefficient minorateur tenant compte de l'effet d'hétérogénéités locales de portance d'une couche de faible rigidité supportant les couches liées. Ce coefficient ne s'applique qu'à la couche reposant sur la plateforme et est fonction de cette dernière. Les données sont établies dans le tableau suivant.

k_r est le coefficient prenant en compte les dispersions sur les propriétés mécaniques des matériaux et sur les épaisseurs des couches de chaussées. Le module du matériau est celui de la couche sous-jacente.

$$k_r = 10^{-\mu b \delta} \quad (30)$$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c \cdot Sh}{b}\right)^2} \quad (31)$$

μ est la variable aléatoire de la loi normale centrée réduite au risque r

SN est l'écart type sur le logarithme décimal du nombre de cycle entraînant la rupture par fatigue.

sh est l'écart type sur l'épaisseur des matériaux mis en œuvre en couche d'assise (en m)

c est le coefficient associant la variation de déformation à la variation d'épaisseur de la chaussée ($c = 2 \text{ m}^{-1}$)

Tableau 1. Valeurs du coefficient k_s

E de la couche sous-jacente	< 50 MPa	50-80 MPa	80-120MPa	> 120MPa
k_s (fondation)	1/1.2	1/1.1	1/1.065	1

5 RESULTATS ET DISCUSSIONS

5.1 TEMPÉRATURE ET DENSITÉ DE FLUX DE CHALEUR EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE LA CHAUSSÉE SOUS ÉCLAIREMENT ET SOUS OMBRAGE

Les figures 3 et 4 suivantes montrent l'influence du coefficient d'échange thermique radiatif, du coefficient d'échange thermique convectif sur la température et la densité de flux de chaleur relative à la couche de roulement constitué du mélange béton bitumineux, bagasse à la couche de liaison en grave bitume à la couche de base en grave latérite ciment et à la couche de fondation en latérite crue. Ces couches sont les éléments constituant notre structure routière.

Nous notons que la température de même que la densité de flux de chaleur augmentent avec les grandeurs thermiques traduisant une importante quantité d'énergie emmagasinée au niveau de la couche de roulement constitué du mélange béton bitumineux, bagasse. Cette phase est suivie d'une diminution progressive de celles-ci lorsqu'on entre en profondeur jusqu'à un extrémum ou le gradient de température est nul traduisant une perte thermique au niveau des différentes couches de la structure.

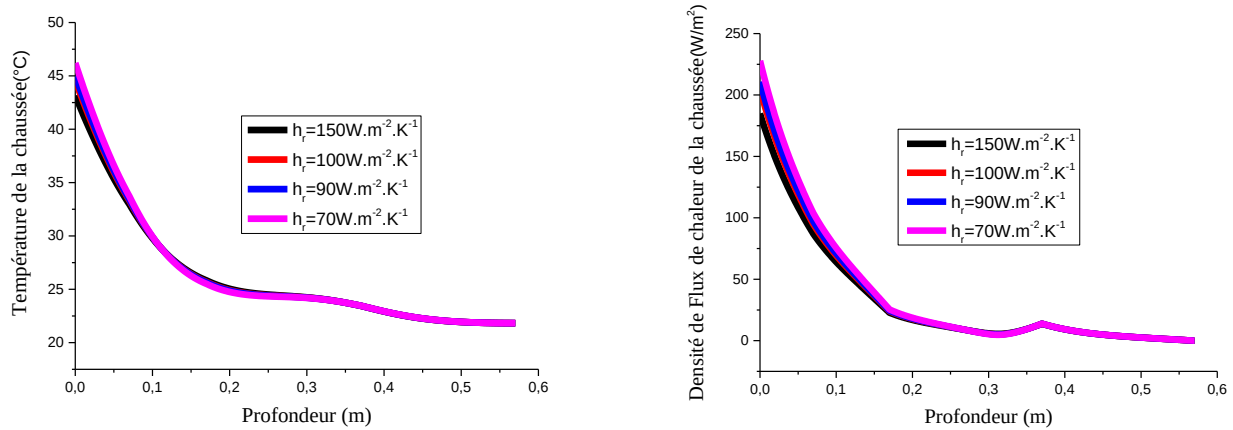


Fig. 3. Température et densité de flux de chaleur en fonction de la profondeur de la chaussée pour différentes valeurs du coefficient d'échange thermique par Rayonnement, $h_c=0.01W.m^{-2}.K^{-1}$; $\omega = 10^{-4}rad/s$

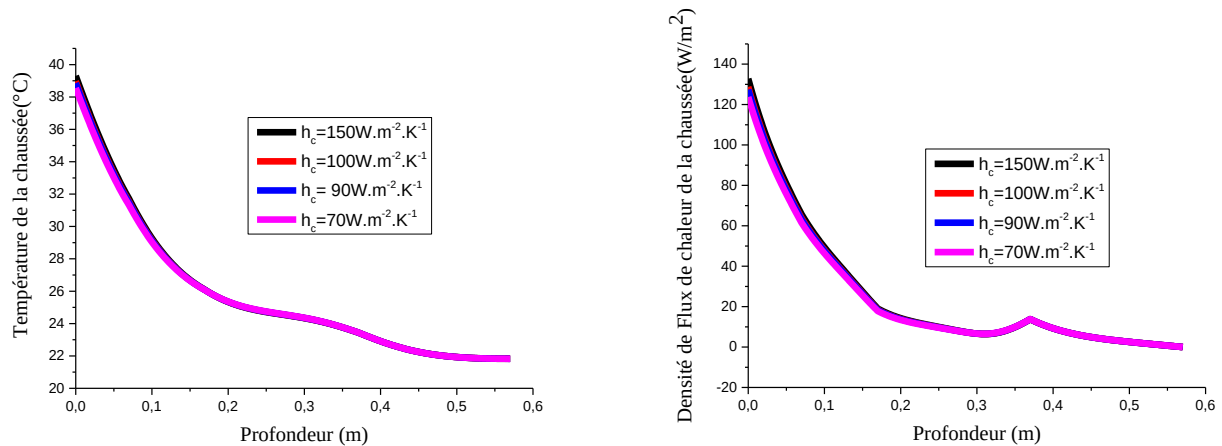


Fig. 4. Température en fonction de la profondeur de la chaussée sous l'influence du coefficient d'échange thermique par convection en zone d'ombrage $h_r=0.01W.m^{-2}.K^{-1}$; $\omega = 10^{-4}rad/s$

5.2 DÉFORMATION DE LA CHAUSSÉE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE LA COUCHE DE SURFACE SOUS ÉCLAIREMENT

La figure 5 montre l'évolution de la déformation de la couche de surface en fonction de la profondeur sous l'influence du coefficient d'échange thermique par rayonnement. Sur le tapis roulant c'est-à-dire à la position $z = 0$ nous constatons une forte présence de dégradation avec le rayonnement. Ainsi le bitume se ramollit [21,22] lorsque la température augmente [23] à 50°C.

L'augmentation de l'intensité de la circulation entraine une surcharge des routes [24] et une hausse de la température du sol [25]. Ceci favorise des orniérages et un développement des fissures dans la couche de liaison [26].

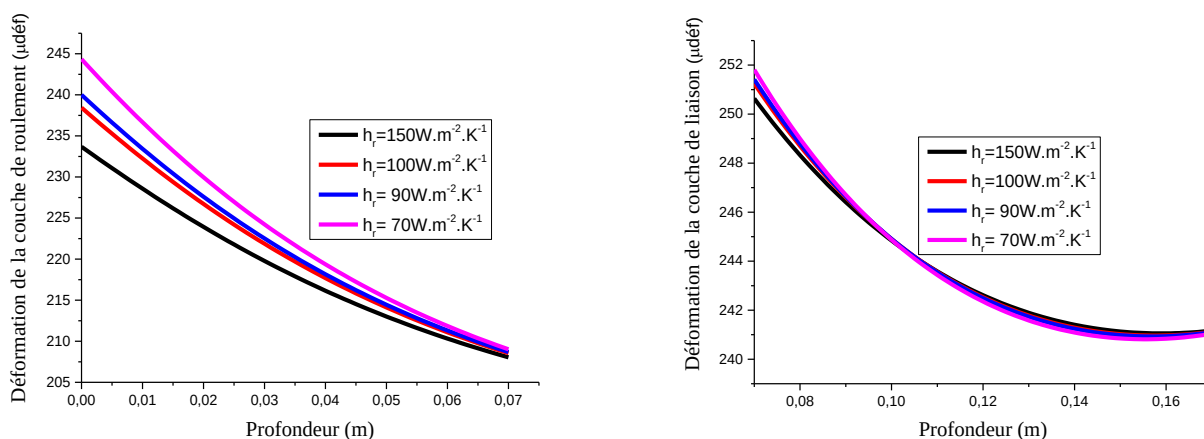


Fig. 5. Déformation de la chaussée en fonction de la profondeur de la chaussée sous éclairement $h_c=0.01W.m^{-2}.K^{-1}$; $\omega = 10^{-4}rad/s$

5.3 DÉFORMATION DE LA CHAUSSEE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE LA COUCHE DE SURFACE SOUS OMBRAGE

La figure 6 montre l'évolution de la déformation de la couche de surface en fonction de la profondeur sous l'influence du coefficient d'échange thermique par convection.

Sous ombrage, les déformations de la couche de surface sont d'autant plus importantes que le coefficient d'échange thermique par convection est élevé. Elle est beaucoup plus importante à la couche de liaison ce qui s'explique par le fait que le mélange bitumineux, bagasse se raidit [27,28] quand il fait froid, se fissurant lorsque la température baisse et avec l'augmentation de l'intensité de la circulation qui entraîne une surcharge des routes et une augmentation de température du sol, nous notons un développement des fissures en profondeur [29].

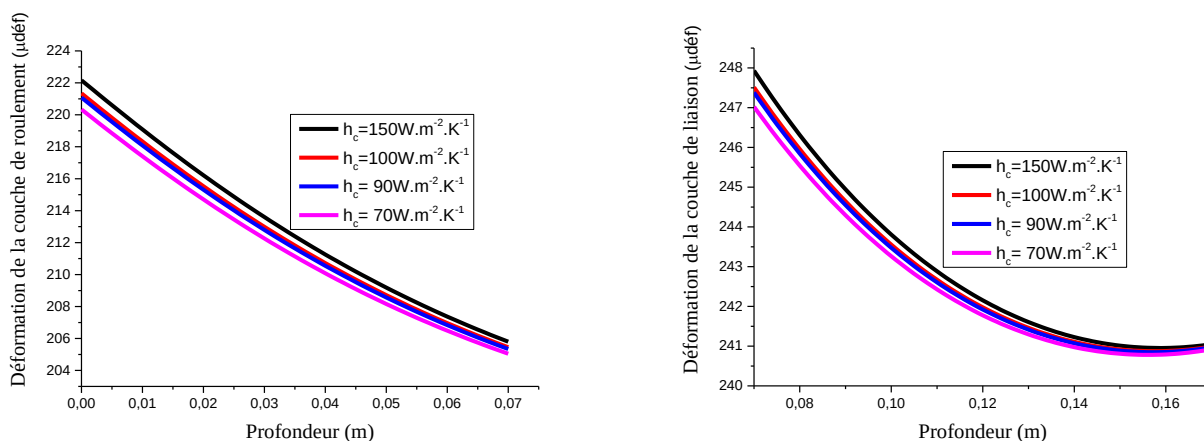


Fig. 6. Déformation de la chaussée en fonction de la profondeur dans la couche de liaison sous ombrage $h_r=0.01W.m^{-2}.K^{-1}$; $\omega = 10^{-4}rad/s$

6 CONCLUSION

Les phénomènes de transfert thermique et d'emmaganement d'énergie ont été étudiés sous l'influence des coefficients d'échange thermique par convection sous d'ombrage et sous rayonnement de la chaussée.

La variation de la déformation admissible dans la chaussée en fonction de sa profondeur sous l'influence des paramètres extrinsèques a permis d'évaluer le comportement mécanique en régime dynamique fréquentiel du mélange bitumineux bagasse.

REFERENCES

- [1] M. Bocci, A. Grilli, F. Cardone, A. Graziani (2011). A study on the mechanical behaviour of cement-bitumen treated materials. *Construction and Building Materials*, Volume 25, Issue 2, pp. 773-778.
- [2] Youssou Traore, Mamadou Lamine Lo, Cheikh Thiam, M. S. Ould Brahim Moussa Dieng, Ould Mohamed Bah, Issa Diagne, Gregoire Sissoko, (2017).
- [3] Theoretical study of the thermal behavior of a supple road structure in frequency dynamic modulation under illumination and shade: determination of the temperatures and the flow densities in the interfaces.
- [4] SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG-IJCE) – volume 4 Issue 8, pp 32-3, <http://www.internationaljournalssrg.org/IJCE/paper-details?Id=310>.
- [5] Rezaqallah H. Ramadhan Hamad I. Al-abdulwahhab (1997). Temperature variation of flexible and rigid pavement in Eastern Saudi Arabia. *Building and environment*, Vol. 32, No. 4, pp. 367-373.
- [6] Mohamed Sidya Ould Brahim, Issa Diagne, Ma, madou Babacar Ndiaye, Youssou Traore, Seydou Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Ablaye Fame, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Gregoire Sissoko (2020). Study at Two Dimensions of Thermal Transfer through a Fibers Panel Subjected to Climatic Constraints in Dynamic Frequency Regulations Established. *Energy and Power Engineering*, 12, 135-142, ISSN Online: 1947-3818.
- [7] Ould Mohamed BAH, Mamadou Babacar NDIAYE, Youssou TRAORE, Seydou FAYE, Issa DIAGNE, Moussa GOMINA, and Grégoire SISSOKO (2018). Determination of the study frequency band of a kenaf material from the evolution of the temperature and the heat flux density as a function of the excitation frequency. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 24 No. 4, pp. 1917-1922, ISSN 2028-9324.
- [8] Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Alassane Ba, Mamadou Babacar Ndiaye, Issa Diagne, Youssou Traore, Seydou Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Ablaye Fame, Gregoire Sissoko, (2020). One-Dimensional Study of Thermal Behavior of Typha Panel: Spectroscopy Characterization of Heat Exchange Coefficient on Front Face. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 10, 52-61, <https://www.scirp.org/journal/jsbs>.
- [9] Baba Mbengue, Issa Diagne, Alassane Ba, Youssou Traore, Seydou Faye, Pape Touty Traore, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, and Gregoire Sissoko (2020). Influence de la période d'excitation sur le transfert thermique d'une plaque d'isolation thermique filasse-plâtre accolée à un mur: Application a une chambre froide. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 29 No. 3, pp. 359-367.
- [10] Amadou Gueye, Khatry Ould Cheikh, Issa Diagne, Youssou Traore, Seydou.
- [11] Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Ablaye Fame, El Hadj Bamba Diaw, Gregoire Sissoko, (2020). Study of the Heat Exchange Coefficients in Frequency Modulation for the Determination of Minimum Thickness of Thermal Insulation with Rice Husk Panel. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 7 (5): 323-331. <http://jsaer.com/download/vol-7-iss-5-2020/JSAER2020-7-5-323-331.pdf>.
- [12] K. Rekha, B.H. Nagendra Rao (2017). A stone mastic asphalt is gap graded by using bagasse fiber (sugar cane). *International Research Journal of Engineering and Technology*, Vol-3 Issue-6 IJARIIE-ISSN (O) -2395-4396.
- [13] Er Aman Joon, Irfan Ahmad Najar, Heemant Gulati (2017). Design of low Volume Traffic Pavements Using Bagasse Ash. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* e-ISSN: 2395 -0056 Volume: 04 Issue: 04, www.irjet.net p-ISSN: 2395-0072.
- [14] Juliette Sohma, Thomas Gabeta, Pierre Hornycha, Jean-Michel Piaua and Hervé Di Benedetto (2012).
- [15] Creep tests on bituminous mixtures and modelling. *Road Materials and Pavement Design* Vol. 13, No. 4, 832-849.
- [16] J. Schmetz (1993). Relationship between solar net radiative fluxes at the top of the atmosphere and at the surface. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 50 (8), 1122-1132.
- [17] Dong L., Li L and Huajie C., (2015). Pavement performance of cement stabilized municipal solid waste incineration bottom ash aggregate and crushed stones. *Journal of Tongji University (Natural Science)* 43 (3), 405-409.
- [18] P. Flyhammar and D. Bendz (2006). Leaching of different elements from subbase layers of alternative aggregates in pavement constructions. *Journal of Hazardous Materials* 137 (1), 603-611.
- [19] Saumitra Yadav, D. S. Ray (2019). Utilization of Sugarcane Bagasse Ash in Bitumen.
- [20] *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 8 Issue 04, pp.479-481.
- [21] Mao-Chieh Chi (2012). Effects of sugar cane bagasse ash as a cement replacement on properties of mortars. *Sci Eng Compos Mater*; 19 (3): 279-285.
- [22] Almeida, F.C.R, Sales, A Moretti, J.P. Mendes and P.C.D (2015). Sugarcane bagasse ash sand (SBAS): Brazilian agroindustrial by-product for use in mortar construction. *Building Material*. 82, 31-38.
- [23] J. E. Vehrencamp (1953). Experimental Investigation of Heat Transfer at an Air-Earth Interface.
- [24] *Transactions, American Geophysical Union*, Vol. 34, No. 1, pp. 22-29.
- [25] J. SCHMETZ, (1993). Relationship between solar net radiative fluxes at the top of the atmosphere and at the surface. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 50-8 pp1125.

- [26] Youssou Traore, Seni Tamba, Alassane Diene, Khatry Ould Cheikh, Moussa Dieng, El Hadji Bala Moussa Nyakhate, Issa Diagne, And Gregoire Sissoko, (2017). Study of the transfer of heat through a road in dynamic frequency regime: the influence of the extrinsic parameters.
- [27] International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 2, pp. 616-623.
- [28] H. D. Benedetto Et J. Corte (2005). Matériau routiers bitumineux 2 - constitution et propriétés thermomécaniques des mélanges. Ed. Hermès science - Lavoisier, ISBN 2-7462-0960-8.
- [29] E. Riahia, F. Alloua, F. Dubois, L. Ulmeta, J. Absib and C. Petit, (2015). Etude de la variation des champs mécaniques et thermique dans le béton bitumineux lors de chargement cyclique, 22ème Congrès Français de Mécanique, pp.1-14.
- [30] S. C. Somé, V. Gaudefroy, and D. Delaunay (2013). A new laboratory method to evaluate the influence of aggregate temperature on the binder-aggregate bonding: first results, Mater. Struct 47, no. 6, 963–976.
- [31] Swapan Bagui, Atasi Das, Chiranjeevi Bapanapalli (2013). Controlling Vehicle Overloading in BOT Projects. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 104, 962 – 971.
- [32] Jeremy J. James, Roger L. Sheley, Elizabeth A. Leger, Peter B. Adler, Stuart P. Hardegree, Elise S. Gornish, Matthew J. Rinella (2019). Increased soil temperature and decreased precipitation during early life stages constrain grass seedling recruitment in cold desert restoration. J Appl. Ecol., 00, 1–11.
- [33] F.G. Gaudette, A.E. Giannakopoulos and S. Suresh (2001). Interface cracks in layered materials subjected to a uniform temperature change. International Journal of Fracture 110: 325–349.
- [34] A.A.Murana¹, and L. Sani² (2015). Partial Replacement of Cement with Bagasse Ash In H Partial Replacement Of Cement With Bagasse Ash In Hot Mix Asphalt Asphalt.
- [35] Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH) Vol. 34 No. 4, pp.699 – 704.
- [36] Bohdan Dołżycki, Piotr Jaskuła (2019). Review and evaluation of cold recycling with bitumen emulsion and cement for rehabilitation of old pavements. J. Traffic Transp. Eng. (Engl. Ed.); 6 (4): 311-323.
- [37] Baoxian Li, Kelvin C. P. Wang, Allen Zhang, Enhui Yang & Guolong Wang (2018). Automatic classification of pavement crack using deep convolutional neural network. International Journal Of Pavement Engineering, 21 (3): 1-7.

Groupes armés et défis de la consolidation de la paix en République Démocratique du Congo

Ndabereye Nzita Mugambi Paulin¹ and Murhura Iragi Vital²

¹Docteur en Relations Internationales, Professeur à l'Université de Lubumbashi, RD Congo

²Licencié en Relations internationales de l'Université Officielle de Bukavu, chercheur indépendant, RD Congo

Copyright © 2020 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 Democratic Republic of the Congo is experiencing a proliferation of armed groups, which are making the country insecure and fragile, and yet it is trying to find its way to development. These armed groups are of two types: foreign armed groups and national armed groups. Overall, all these armed groups have stakes. While these armed groups have had fertile ground in the DRC because of the failure of the state, the only way for the DRC to get rid of them in order to bring about lasting peace is to strengthen the capacity of the state, which can only be achieved through the theory of state rebuilding. This theory insists on the establishment of the rule of law, which is supposed to be based on strong institutions, respect for the law, the promotion of human rights, and governance supported by administration. This rule of law must be able to identify threats and thwart them. The rule of law must be conducted under an enlightened, honest and competent leadership that is capable of implementing the population's policy to avoid resentment, envy, frustration, etc. The rule of law must be based on strong institutions, respect for the law, the promotion of human rights and governance supported by the administration.

KEYWORDS: Incapacity of the State, Armed groups, Insecurity, Rebuilding of the State, Population policy.

RESUME: La République Démocratique du Congo connaît une prolifération de groupes armés, qui insécurisent et fragilisent le pays qui, pourtant, cherche à se frayer le chemin pour son développement. Ces groupes armés sont de deux types: les groupes armés étrangers et les groupes armés nationaux. Dans l'ensemble, tous ces groupes armés ont des enjeux. Si ces groupes armés ont eu un terrain fertile en RDC à cause de la faillite de l'Etat, l'unique voie pour la RDC de s'en débarrasser pour ramener une paix durable, passe par le renforcement de la capacité de l'Etat, qui ne peut s'opérer qu'à travers la théorie de la refondation de l'Etat. Cette théorie insiste sur la mise sur pied de l'Etat de droit qui est censé s'appuyer sur les institutions fortes, le respect des lois, la promotion des droits de la personne humaine, la gouvernance dont le support est l'administration. Cet Etat de droit doit être à même d'identifier les menaces et les déjouer. La conduite de cet Etat de droit doit se faire sous un leadership éclairé, honnête, compétent, capable d'appliquer la politique de la population pour éviter la rancœur, les envies, les frustrations, etc.

MOTS-CLEFS: Incapacité de l'Etat, Groupes armés, Insécurité, Refondation de l'Etat, Politique de la population.

1 PROBLEMATISATION

Depuis plus de deux décennies, la République démocratique du Congo, en général et plus particulièrement sa partie Est vit sous le quotidien des groupes armés. L'horreur causée par ces derniers à la population tout comme à l'Etat lui-même n'a cessé de s'aggraver du jour au jour à tel enseigne que la situation a pris une ampleur d'envergure régionale voire mondiale. Cette dernière s'explique par les multiples appels de la communauté internationale envers les autorités de la RDC afin de prendre toutes les dispositions nécessaires qui puissent mettre fin aux groupes armés. Dans ce même ordre d'idée, les acteurs de la communauté internationale ont appuyé la RDC dans la mise en œuvre de certains mécanismes tel que celui de désarmement et de réinsertion, l'appui aux opérations militaires. La communauté internationale mobilise également l'aide humanitaire en

direction des populations touchées par le conflit. Aujourd'hui, force est de constater l'échec de la plupart de mécanismes mis en place pour éradiquer les groupes armés. En lieu et place de la diminution du nombre de groupes armés actifs, nous assistons à une montée de ces derniers, tant en nombre qu'en capacité de nuisance. Au début du conflit en RDC, vers la fin des années 90, il n'y avait qu'au moins 21 groupes armés irréguliers qui prenaient part au combat.¹ En 2015 une soixantaine de groupes armés actifs ont été inventoriés par le groupe d'étude sur le Congo. Ce chiffre a été de nouveau revu à la hausse en 2017 à plus au moins 120 groupes armés et à 130 groupes armés actifs en 2019².

L'alternance politique de 2019 en RDC a suscité un grand espoir pour l'éradication des groupes armés en RDC au regard des promesses de campagne faites par le président Félix Tshisekedi. Malgré toutes ces promesses, nous avons assisté après sa prise de pouvoir à une recrudescence des attaques des Forces Démocratiques Alliées (ADF) dans la région de Beni occasionnant plus de 300 morts ainsi que des déplacements forcés au cours de l'année 2019. Les offensives contre les forces armées négatives en RDC, en général et particulièrement les ADF à Beni n'ont jusque-là eu aucun impact réel en dépit de la reconquête par les Forces Armées de la République Démocratique du Congo (FARDC) de certains bastions jadis occupés par les miliciens ADF et du renforcement des effectifs militaires présents à Beni.

En outre, les tensions intercommunautaires notamment dans les hauts plateaux d'Uvira et de Minembwe ne cessent de renforcer l'activisme des milices à connotation ethnique. A cela s'ajoutent les défections au sein de l'armée qui viennent renforcer les milices.³ Il s'observe ainsi qu'au-delà d'une apparente volonté politique dans les discours au sommet de l'Etat visant à mettre fin à l'activisme des groupes armés au pays, il manque une stratégie réaliste et efficiente jusque-là.

Face à cette situation, d'aucuns considèrent désormais la problématique des groupes armés comme une fatalité au regard de l'échec de l'Etat congolais et à l'impuissance de la communauté internationale dans l'éradication des groupes armés en RDC. Dans cette perspective, l'instabilité, l'insécurité et les autres catastrophes humanitaires (viol, pillage, etc.) induites par ces groupes armés sont devenues un mode de vie compromettant ainsi la consolidation de la paix en RDC. C'est à ce niveau que plusieurs interrogations pertinentes ont toujours été posées. En effet, l'on se demande comment concilier la question de la consolidation de la paix en RDC à l'épreuve des exactions qui sont toujours commises par les groupes armés ?

La recherche de la paix est inscrite à l'agenda politique depuis quelques décennies. C'est dans cette perspective que certains acteurs politiques ont d'ailleurs pris le nom de « pacificateur », certaines opérations militaires ont été baptisées sous le nom de « Kimia » (stabilité), d'« Amani Leo » pour signifier « la paix aujourd'hui » tout comme d'autres ont porté le nom de Sokola⁴ I, II, etc. Mais alors, quel bilan, faudra-t-il dresser pour ces différentes actions et opérations inscrites à l'agenda politique pendant que les massacres à Beni connaissent une ampleur de grande envergure, pendant que le milicien Yakutumba peut aisément prendre le contrôle de Misisi, pendant que plusieurs groupes armés pullulent dans la plaine de la Ruzizi ou encore les FDLR sont actifs à Kalehe et dans le territoire de Masisi et de Rutshuru tout comme les Raiya Mutomboki se permettent de faire la loi à Shabunda, sans oublier les rebelles burundais qui forment leur bastion dans les hauts plateaux d'Uvira, etc.

A l'issue de cette problématique, cette réflexion cherche à cerner la question des groupes armés et de la consolidation de la paix en RDC et plus particulièrement avec comme objet de comprendre et d'expliquer les enjeux de ces groupes armés et les problèmes qu'ils posent à l'Etat congolais. Il s'en suit que cette réflexion essaye également de mettre en lumière quelques perspectives pouvant contribuer à mettre fin aux groupes armés.

Néanmoins, admettons que cette réflexion s'intéresse plus à la situation de l'Est de la RDC compte tenu de l'insécurité généralisée ou de l'instabilité qui y règne et qui est due à l'activisme des groupes armés, sans toutefois oublier que l'activisme des groupes armés dans cette partie du pays n'affecte pas seulement la partie Est mais le pays en général.

En vue de poursuivre cette réflexion, trois questions en constituent le fil conducteur.

¹ Rapport mapping des Nations Unies sur la RDC, disponible en ligne sur <https://www.ohchr.org>, consulté le 10 juillet 2020, à 23 heures 14 minutes.

² Groupe d'Etude sur le Congo et Human Rights Watch (Projet Baromètre sécuritaire du Kivu), disponible en ligne sur <https://reliefweb.int/files/resources>, consulté le 10 juillet 2020, à 22 heures 30 minutes.

³ La dernière défection confirmée en date du 8 février 2020 du colonel Michel Rukunda dit Mekanika, commandant second chargé des opérations de Walikale au Nord Kivu pour prendre la tête du groupe armé Ngumino (un groupe actif dans le haut plateau d'Uvira et de Fizi). Rappelons qu'avant d'intégrer les FARDC en 2011, Mekanika avait été à la tête d'une branche militaire de la rebellion Banyamulenge des Forces Républicaines Fédéralistes (FRF), disponible en ligne sur <https://www.mediacongo.net>, consulté le 10 juillet 2020, à 21 heures 30 minutes.

⁴ Sokola signifie nettoyer

- Quels sont les enjeux des groupes armés à l'Est de la RDC ?
- Quels sont les problèmes que pose l'activisme des groupes armés en RDC ?
- Comment peut-on mettre fin à la prolifération des groupes armés en RDC ?

Sans ambages, il faudrait reconnaître certaines considérations quant à ces multiples questionnements.

D'abord, les enjeux des groupes armés seraient loin d'être la défense des communautés comme ils le prétendaient à l'origine. Bien au contraire, les enjeux des groupes armés s'expliqueraient plus en termes de contrôle et de l'accès aux ressources des zones contrôlées, tout comme d'autres divers enjeux à l'instar du rançonnement des citoyens, stratégie de conquête des postes dans l'armée ou dans le gouvernement, etc.

Ensuite, l'activisme des groupes armés en RDC poserait d'énormes problèmes tant à l'Etat congolais qu'à la population. Il s'agirait entre autres de l'insécurité généralisée, l'instabilité politique et sociale, l'affaiblissement de l'autorité de l'Etat, les catastrophes humanitaires constituant ainsi dans l'ensemble des contraintes à la consolidation de la paix.

Enfin, l'éradication des groupes armés passerait par une réconciliation nationale soutenue par une véritable volonté politique dans la compréhension des problèmes liés à la prolifération des groupes armés. De manière concrète, cela demanderait la restauration de l'autorité de l'Etat sous ses multiples formes quant à la réalisation des missions de l'Etat notamment, le respect des droits de l'homme, la politique de la population, la redistribution équitable, la création de l'emploi, la lutte contre la pauvreté,...

2 CARTOGRAPHIE DES GROUPES ARMES EN RDC

La question de l'origine des groupes armés en RDC s'explique par plusieurs facteurs parfois connus ou mal connus. Compte tenu de la situation actuelle, il convient de considérer que la prolifération des groupes armés n'est qu'une des conséquences de la faillite de l'autorité de l'Etat sous toutes ses formes. Dans cette perspective, il faut rappeler que sous le règne de Mobutu et même bien avant, l'Est de la RDC ne constituait pas un terrain de prédilection des groupes armés comme c'est le cas aujourd'hui. La situation commence à se détériorer à partir des années 90. Il a fallu que le régime de Mobutu s'affaiblisse et que ses détracteurs se rendent compte qu'il faut initier une action militaire pour l'éclipser du pouvoir. A ce niveau, la coalition de l'Alliance des Forces Démocratiques pour la Libération du Congo (AFDL) sera constituée en 1996 sous la direction de Laurent Désiré Kabila soutenu par ses alliés rwandais et burundais. L'AFDL va combattre jusqu'à chasser le régime de Mobutu. Mais le désaccord au sein de la coalition AFDL au pouvoir fera à ce que les amis d'hier deviennent aussi tôt des ennemis. La mauvaise gestion concernant les réfugiés hutu qui étaient déjà sur le territoire congolais ainsi que des forces armées qui ont conduit Laurent Désiré Kabila au pouvoir, va orchestrer le stationnement des troupes étrangères dans le Kivu. Ces troupes armées serviront de temps en temps d'appui aux rébellions contre l'Etat congolais.

Par ailleurs, face à l'incapacité de l'Etat à mettre fin à ces groupes armés déjà existants et à assurer une protection efficace à la population, plusieurs groupes d'autodéfense verront le jour. Animés au départ par le souci de protéger leurs communautés et de lutter contre l'occupation étrangère, ces groupes d'autodéfense deviendront curieusement des véritables groupes armés hostiles à l'Etat. Il s'en suit donc que la faillite de l'Etat congolais a constitué la cause majeure de la prolifération des groupes armés à l'Est de la RDC. En dépit du soutien parfois étranger à certains groupes armés, l'argument que nous venons d'évoquer demeure valable. La présence des groupes armés est corollaire de l'incapacité de l'Etat congolais à asseoir son autorité sur toute l'étendue du territoire national. La notion même de « groupes d'autodéfense » est l'expression de la faillite de l'Etat car la défense fait partie des missions régaliennes de l'Etat. A partir du moment où les particuliers ont commencé à se substituer à l'Etat dans cette matière, cela montre que l'Etat devenait quasiment inefficace. A la suite de cette incapacité d'assurer le contrôle effectif et la défense du territoire national, des forces négatives vont faire irruption un peu partout dans l'Est de la RDC. Sous un autre angle, il faut signaler que la misère que vit la population et plus particulièrement la jeunesse conduit cette dernière à intégrer facilement les groupes armés. Dans cet aspect, il est à constater que l'Etat a failli dans sa mission d'assurer à sa population le bien-être social. Ici, les multiples groupes armés en prolifération sont donc l'expression de l'insatisfaction ou disons même de la frustration d'une bonne partie de la population. Le rapport d'allégeance entre la population et l'Etat n'étant plus au beau fixe, la prise de l'arme contre l'Etat est devenue un fait quotidien.

La République Démocratique du Congo demeure l'un des pays le plus ensanglanté du monde. Les bruits de bottes n'ont jamais cessé de s'y faire entendre depuis plus de deux décennies, empêchant toute sorte de développement ou d'activité économique hypothéquant ainsi l'avenir du pays. La RDC compte 26 provinces, dont au moins six sont particulièrement touchées et meurtries par l'activisme de ces groupes. Il s'agit des régions du Nord-Kivu, du Sud-Kivu, de l'Ituri, du Bas Uélé, du Tanganyika et de Maniema.

Elle regorge un certain nombre de groupes armés dont certains sont connus tandis que d'autres ne le sont pas. Certains groupes sont d'origine étrangère tandis que d'autres sont locaux notamment les groupes Maï Maï et d'autres groupes présumés d'autodéfense. Certains groupes sont issus d'autres groupes armés qui se sont dupliqués à la suite de la divergence de vue entre les leaders. L'identité des groupes et groupuscules est très variable. Certains sont originaires de la RDC, d'autres sont étrangers, venant du Rwanda, de l'Ouganda, du Sud-Soudan, de la Centrafrique, du Burundi, etc. Aussi, leur hostilité diffère d'un groupe à l'autre. Certains sont trop sanguinaires, d'autre le sont moins et d'autres, encore, sont de simples pilliers de bétail.

Plusieurs auteurs dont Georges Berghezan⁵, Roland Pourtier⁶ et autres, abordent cette question des groupes armés en RDC en les dénombrant à plus d'une centaine. Ces groupes sont d'origine étrangère et d'autres sont nationaux. Il n'est pas possible de les analyser tous dans la présente étude. Ceux qui veulent en savoir plus peuvent se rapporter à ces écrits. Toutefois, retenons de ce fait que ces groupes armés repris ci-dessous ne représentent qu'une infinitésimale partie de groupes armés existant en République démocratique du Congo. Nous avons listé ces groupes parce qu'ils sont le plus médiatisés et surtout en raison de leurs actes d'écarts.

2.1 LES GROUPES ARMÉS ÉTRANGERS

Les Mbororo, les Forces démocratiques alliées (ADF), les Forces démocratiques de libération du Rwanda (FDLR), et l'armée de résistance du Seigneur (LRA), les Forces nationales de libération du Burundi (FNL) sont les rebellions étrangères qui sévissent en RDC depuis les années 90 et restent actifs jusqu'à ce jour.

1. Les Mbororo: les Mbororo sont un peuple nomade autrement appelé les Mbororo Furata. Ce sont des éleveurs africains venus de la République Centre Africaine (RDC). Ils furent leur irruption en RDC pour la première fois en 1986 sous le régime du feu maréchal Mobutu et furent repoussés par les troupes basées à Kisangani. Mais en 2002, sous le règne du MLC (Mouvement de Libération du Congo) de Jean Pierre Bemba et sous la haute autorité de Mr Bule, ancien Député National, dans la province de Bas Uélé, ce peuple éleveur s'est installé dans le territoire d'Ango moyennant quelques têtes de bétail et paiement des taxes exigées par l'autorité rebelle. En quête du pâturage pour leurs bêtes, les Mbororo se sont infiltrés dans le territoire d'Ango par les pistes frontalières d'Obo en RCA vers Passi en RDC et de Mboki en RCA vers la rivière Gwane en RDC après avoir traversé la rivière Mbomu.

Ango est l'un des six territoires qui composent la province de Bas Uélé. Ces six territoires sont: Ango, Aketi, Bambesa, Bondo, Buta et Poko. Ango est le plus vaste de ses territoires avec une superficie de 34.704km² avec une densité de 49.454 habitants par km². Le Territoire d'Ango est composé de 4 collectivités: Ezo, Mopoy, Ngindo et Sasa. Il est limité au Nord par la RCA, au Nord Est par le Sud Soudan, à l'Est par la province du Haut Uélé, à l'Est-ouest par le territoire de Poko. En quête des bons pâturages pour leurs bétails, et fouillant l'épidémie de Trypanosome qui attaquait ce bétail, les Mbororo Furata ont envahi Ango en ravageant des champs des paysans, semant ainsi la disette dans la contrée et mettant en fuite la population autochtone. D'autre part, il sied de signaler qu'à ce groupe Mbororo Furata, s'est ajouté une bande des braconniers sud-soudanais, tchadiens et libyens etc... qui sèment la terreur parmi les bêtes et la population d'Ango. Il est donc incontestable que la présence des Mbororo et des braconniers sur le territoire congolais constitue une menace certaine et permanente de la sécurité nationale.⁷

2. Les ADF: c'est un groupe armé issu depuis fin 2007 de la dissolution de l'Armée nationale de libération de l'Ouganda (Nalu), qui fut longtemps son allié. Actifs sur le sol congolais depuis 1995, les ADF sont accusés d'être les auteurs d'une série de

⁵ Lire à ce propos : Berghezan Georges, Groupes armés actifs en République démocratique du Congo, Situation dans le «Grand Kivu» au 2ème semestre 2013, Les Rapports du GRIP n° 2013/11, GRIP, Bruxelles, 2013, Berghezan Georges, Groupes armés au Katanga, épicerie de multiples conflits, Les Rapports du GRIP n° 2015/3, GRIP, Bruxelles, 2015.

⁶ Lire à ce propos les écrits suivants : Pourtier Roland, « Le Kivu dans la guerre : acteurs et enjeux », *EchoGéo* [En ligne], Sur le Vif, mis en ligne le 21 janvier 2009, consulté le 29 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/10793> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.10793>, Pourtier Roland, « Ressources naturelles et conflits en Afrique subsaharienne », in *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n°89, 2012, Pourtier Roland, « Chapitre 17 : les enjeux miniers de la guerre au Kivu », in *Les conflits dans le monde*, n°67, 2011

⁷ Patience Likandja et Roger Nebandrombia, « le phénomène Mbororo et ses conséquences », disponible en ligne sur <http://www.societecivile.cd/node/3449>, consulté le 19 juillet 20, à 14 heures 35 minutes.

massacres de civils dans le territoire de Beni (province du Nord-Kivu) depuis octobre 2014. Son commandant Jamil Mukulu a été arrêté en 2015 en Tanzanie sans jamais être extradé vers la RDC.

3. Les FDLR: c'est sous ce label que les survivants des FAR (Forces Armées Rwandaises) durant la période où les Hutu exercèrent la pouvoir et des miliciens *interahamwe*, acteurs centraux du génocide de 1994, ont cherché à se donner une respectabilité politique. Depuis la destruction en 1996 des camps de réfugiés hutu installés au Zaïre, une dizaine de milliers de rescapés ont trouvé refuge dans les forêts du Kivu où ils ont fini par s'installer durablement avec la bienveillance sinon le soutien actif de Kinshasa. Pour Kigali, la présence de ces Hutus en RDC représente une pomme de discorde interdisant toute relation durablement pacifiée entre les deux pays, mais elle est aussi un alibi commode pour légitimer diverses formes d'intervention rwandaises au Kivu. Depuis la recrudescence des combats entre l'armée rebelle de Laurent Nkunda et les forces armées congolaises, les FDLR luttent ouvertement au côté de celles-ci qui lui fournissent armes et munitions. Outre cette source d'approvisionnement, le financement de la composante armée des FDLR provient principalement de l'exploitation des ressources minières dans les zones qu'elles contrôlent au Nord et au Sud Kivu. Le communiqué commun signé par la RDC et le Rwanda le 9 novembre 2007 soulignait la priorité de s'attaquer au problème du désarmement et du rapatriement des Forces démocratiques de libération du Rwanda. La résolution 1856 du 22 décembre 2008 insiste à nouveau sur ce point, avec raison car aucune sortie de crise n'est imaginable sans ce préalable. Mais il y a plus de dix ans que l'on tient ce discours sans qu'aucune action n'ait été entreprise...La présence des FDLR arrange bien des acteurs en eau trouble⁸. Créés en 2000 sur le sol congolais par des ex-soldats et miliciens génocidaires rwandais qui s'étaient réfugiés dans l'Est de la RDC en 1994 comme souligné en sus, les FDLR semblent être sujets de la création de plusieurs groupes armés locaux dans cette contrée. Le groupe est crédité de plusieurs graves exactions contre des civils congolais dans les Nord et Sud-Kivu, provinces frontalières avec le Rwanda. Les FDLR sont aujourd'hui affaiblis après plusieurs dissensions internes, reddition et rapatriement de ses combattants.
4. Les LRA: en 1986, le président Museveni et ses troupes majoritairement bantoues se sont emparés du pouvoir en Ouganda. Suspecté d'avoir soutenu le régime renversé, le peuple Acholi, parlant une langue nilotique et vivant dans le nord du pays, a commencé à être victime de discriminations et d'une dure répression. En réaction, une femme, Alice Lakwena, a lancé un mouvement de résistance, la Force mobile du Saint-Esprit (Holy Spirit Mobile Force), inspiré par une rhétorique fondamentaliste chrétienne. En 1988, après quelques victoires favorisées par des défections au sein de l'armée gouvernementale, le mouvement a été défait alors qu'il tentait de marcher sur la capitale, Kampala. Lakwena a fui au Kenya, tandis qu'un autre Acholi, Joseph Kony, rassemblait les restes du mouvement pour fonder un nouveau groupe, l'Armée de résistance du Seigneur (Lord's Resistance Army, LRA), qui a rapidement eu recours à des tactiques beaucoup plus cruelles que son prédécesseur⁹. Créée vers 1988, la LRA est l'une des rebellions les plus sanguinaires au monde, selon l'ONU qui la crédite d'au moins 100.000 morts. La LRA a également enlevé plus de 60.000 enfants dans le Nord-est congolais, au Soudan du Sud et en Centrafrique. La rébellion avait pour objet de renverser le président ougandais Yoweri Museveni pour le remplacer par un régime fondé sur les dix commandements du "Seigneur". Son chef Joseph Kony a été inculpé en 2005 par la Cour pénale internationale (CPI) pour crimes contre l'humanité et crimes de guerre. En RDC, la milice est connue pour ses kidnappings de masse, tueries et vols de bétail dans les provinces situées dans le Nord-est (Ituri, Haut-Uélé, Tshopo)¹⁰.
5. Les FNL: C'est la rébellion la moins nocive. Les forces nationales de libération (FNL) s'affichent très hostiles au régime du président Pierre Nkurunziza. La rébellion sévit dans les plateaux d'Uvira dans la province du Sud-Kivu frontalière au Burundi. Elle excelle dans le vol de bétail et les pillages. Selon la société civile locale, elle aurait reçu des renforts depuis le début de la crise au Burundi en 2015. Un rapport de l'ONU mentionne que les FNL se sont divisées et affaiblies depuis le début de l'année 2013¹¹.

⁸ Roland Pourtier, « Le Kivu dans la guerre : acteurs et enjeux », *EchoGéo* [En ligne], Sur le Vif, mis en ligne le 21 janvier 2009, consulté le 28 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/10793> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.10793>.

⁹ Berghezan, Georges, « Panorama des groupes armés d'Afrique centrale », in *Diritto e questioni pubbliche*, Palermo, 2015, p.223.

¹⁰ Berghezan Georges, Art.Cit.

¹¹ Mulegwa Pascal, RDC: Les principaux groupes armés encore actifs dans l'Est du pays, in *Esma Ben Said*, disponible en ligne sur <https://www.aa.com.tr/fr/afrique/rdc-les-principaux-groupes-armes-encore-actifs-dans-lest-du-pays/952281>, consulté le 27 juillet 2020, à 11 heures 05 minutes.

2.2 LES GROUPES ARMÉS LOCAUX

Les plus tristement célèbres en RDC sont les «Maï-Maï», un terme qui vient du lingala (langue parlée dans l'Ouest) et qui signifie «eau» en Français. Ce terme renvoie à la croyance à l'invincibilité des miliciens lors des combats.

Formés sur une base essentiellement ethnique, la plupart de ces groupes avaient été armés par le pouvoir pendant la deuxième guerre du Congo (1998-2003), pour combattre les envahisseurs ougandais ou rwandais. Mais le pouvoir n'a jamais réussi à tous les désarmer. Aujourd'hui, ils sont tellement nombreux sur le territoire national. Chaque groupe s'identifie selon les intérêts qu'ils cherchent à défendre. Parmi les plus médiatisés, on retrouve les groupes suivants:

1. Maï Maï Simba: Les origines de ce groupe remontent à 1964. Il serait le plus ancien groupe armé congolais, d'après le projet Enough. Il est dirigé par deux officiers réfractaires de l'armée congolaise et autoproclamés « général ». Le groupe opère dans les provinces de l'Ituri, du Haut-Uélé dans le Nord-est et de Maniema (Est). Le groupe revendique le combat pour une RDC selon les idées politiques du tout premier ministre congolais Patrice Emery Lubumba.
2. Nyatura: Créée en 2010, Nyatura est une milice Hutu congolaise présente dans les territoires de Masisi, Rutshuru et Lubero, dans la province du Nord-Kivu (Est) et s'affronte régulièrement à tous les groupes Maï-Maï hostiles à la présence des rwandophones dans l'Est de la RDC. Les autorités congolaises et l'ONU ont récemment établi l'existence d'une coalition active de cette milice avec les FDLR.
3. Mazembe: Cette milice se réclame défenseur des Nande, une ethnie répandue dans le Nord-Kivu. Elle existe depuis peu, mais elle s'est faite remarquée après le massacre début janvier 2016 d'une dizaine de personnes issues de la communauté Nande par des FDLR, à Miriki, dans le territoire de Lubero au Nord-Kivu. Mazembe et Nyatura excellent en représailles et en contre-représailles des peuples rwandophones, d'une part et Nande, Hunde et Kobo dans le territoire de Rutshuru (Nord-Kivu), d'autre part.
4. APCLS: Créée en 2008, l'Alliance des patriotes pour un Congo libre et souverain (APCLS) est structurée et dirigée par le «général» Janvier Karayiri, un officier transfuge de l'armée régulière. Elle sévit essentiellement dans le territoire de Masisi et Walikale dans le Nord-Kivu et composée de combattants appartenant à l'ethnie Hunde.
5. Nduma defense of Congo (NDC): Constituée en 2009, NDC se dit vouloir "libérer les mines" situées dans le Nord-Kivu en les soustrayant au contrôle du gouvernement. Mais la milice est active dans le territoire de Walikale et se veut protectrice de la communauté Nyanga. Son chef, Ntabo Ntaberi Sheka qui s'est récemment rendu auprès de l'ONU et transféré à Kinshasa, fut candidat malheureux aux législatives de 2011 et avait soutenu la candidature du président Kabila à la présidentielle. La milice compte aujourd'hui moins de cent hommes qui affrontent régulièrement sa faction dissidente, le «NDC rénové».
6. Le M23: En 2013, ce mouvement a été défait par l'armée congolaise et la Monusco. Cette défaite les a conduits à la signature d'un accord de paix baptisé Accord de Nairobi. Dans cet accord, il est prévu la transformation du mouvement en parti politique, une amnistie pour les faits de guerre et d'insurrection, la démobilisation et la réinsertion des ex-combattants, une possibilité de rapatriement des combattants de ce mouvement rebelle depuis l'Ouganda et le Rwanda où ils se recroquevillaient. Aux jours d'aujourd'hui, il s'avérerait que ce mouvement serait de retour. Des combats auraient opposé l'armée congolaise à ce groupe en juillet 2020¹².
7. Raïa Mutomboki: En swahili « Peuple en colère ». C'est une milice formée en 2005 dans le Sud-Kivu (Est) pour protéger les civils contre les attaques des FDLR. Le mouvement s'est ensuite exporté au Maniema et au Nord-Kivu. Raïa Mutomboki sévit aussi dans la province du Maniema.
8. Maï-Maï Yakutumba: Du nom d'un ancien officier supérieur de l'armée régulière qui s'est proclamé «général» en 2007, les Maï-Maï Yakutumba font bruit dans une partie de la province de Tanganyika (Sud-Est) et la province du Sud-Kivu précisément dans les territoires de Fizi et Uvira qui ont servi pendant longtemps de maquis à Laurent-Désiré Kabila, tombeur en 1997 du dictateur Mobutu Sese Seko et père de l'ancien président de la RDC Joseph Kabila. La milice est également connue sous le nom de coalition nationale du peuple pour la souveraineté du Congo (CNPSC), ou encore Alliance de l'article 64 (AA64¹³) et justifie sa lutte par l'ambition de chasser Joseph Kabila du pouvoir. Son chef, le général William

¹² Topona Eric, « RDC : et si les rebelles du M23 étaient de retour... », Disponible sur <https://www.dw.com/fr/rdc-et-si-les-rebelles-du-m23-%C3%A9taient-de-retour/a-54299569>, consulté le 30 juillet 2020, à 12 heures 44 minutes.

¹³ Article 64 de la Constitution : « Tout congolais a le devoir de faire échec à tout individu ou groupe d'individus qui prend le pouvoir par la force ou qui exerce en violation des dispositions de la présente constitution.

Amuri Yakutumba se contente de contrôler divers trafics avec la Tanzanie à travers le lac Tanganyika, qui sert de frontière naturelle entre ces deux pays, selon les experts de la région.

9. FRPI: Créées en 2002, les Forces de résistance patriotique de l'Ituri (FRPI), sont le groupe armé le plus important de la province de l'Ituri (Nord-Est). Le groupe a surtout fait son nom dans les conflits entre les communautés Hema et Lendu dans cette province riche en or. L'un de ses chefs, le général Germain Katanga a déjà été condamné à 12 ans de prison par la Cour pénale internationale (CPI) et fini de purger sa peine depuis janvier 2016.
10. Bakata Katanga: En Kiluba, en Swahili ou dans d'autres langues katangaises proches, cette appellation courante veut dire « couper le Katanga ». Bakata Katanga! voilà qui dit tout de l'ambition du mouvement parti d'un vent de résistance, d'autodéfense dans les violences armées à répétition en RDC, du moins, dans ce que les gens ordinaires retiennent d'eux, puisqu'au départ, il s'agit d'un mouvement d'autodéfense. Ils se considèrent aussi comme les Maï-Maï. Trois moments importants méritent d'être mentionnés, si l'on veut saisir ce qu'est ce mouvement. Tout a commencé en 1998, après la chute de Mobutu chassé par Laurent-Désiré Kabila, celui-ci fait face à une nébuleuse de rébellions. Les rebelles ont, pour la plus part, l'appui du Rwanda et de l'Ouganda. A partir du Sud-Kivu, dans l'Est de la RDC, les groupes armés qui progressent vers le centre du pays atteignent le Nord du Katanga (notamment les territoires de Pweto, Mitwaba et Manono, ...) la région qui portera l'appellation de « Triangle de la mort », en raison des violences qui s'y déroulent. Le gouvernement lui donne des armes. Les Maï-Maï sont alors regardés comme des « patriotes ». A la suite des accords de paix en 2003, après l'assassinat du président LD Kabila, le mouvement reste presque à l'abandon, toujours armé. Ses ténors ont majoritairement rejoint les institutions de la transition. Quelques années plus tard, l'activisme de Gédéon Kyungu Mutanga commence. Et désormais, il est dans le viseur des autorités. Il est décrit comme sans pitié, parfois même comme cannibale. En 2006, il se rend à la mission de paix de l'ONU, l'actuelle Monusco. Trois ans plus tard, il est condamné à une réclusion à perpétuité, et écroué à la prison de Kasapa à Lubumbashi, ou il va s'évader de manière spectaculaire. Jusqu'à sa dernière reddition en 2016, avec 150 miliciens, l'activisme de son mouvement doublé des conflits entre Pygmées et Baluba, a occasionné les déplacements d'un demi-million de personnes. Aussi, depuis 2008, ses miliciens ont tenté plusieurs incursions dans Lubumbashi, tantôt pour prendre l'aéroport de la ville, tantôt s'empennant aux insignes de l'Etat. Mais depuis sa reddition, il a fondé un parti politique, Mouvement des Indépendantistes Révolutionnaires Africains (MIRA).¹⁴ On se souvient surtout qu'en 2013, les Maï-Maï qui ont formulé des revendications plus politiques, l'indépendance du Katanga de la RDC, avaient même réussi à hisser le drapeau du Katanga sécessionniste Place de la poste au centre-ville de Lubumbashi. C'est à ce niveau, -quête d'autonomie sur fond des frustrations socioéconomiques-, que les « Kata » se différencient des autres Maï-Maï connus dans tout Est du Congo. Plusieurs, en effet, restent souvent sur les revendications de protection de leurs communautés. Sur ce point exactement, des congolais soupçonnent des manipulations politiques. Et à propos, des rapports et mémorandums de la société civile ont pointé la responsabilité des hauts placés dans armée et dans les institutions de la République¹⁵.

Il sied de souligner que le phénomène des groupes reste difficile à cerner, compte tenu de la difficulté d'accès et de l'inexistence de source fiable d'information.

Dans la première décennie ayant suivi la prise de pouvoir par le président Joseph Kabila, plusieurs groupes ont abandonné la lutte armée en échange d'une intégration de leurs combattants ou commandants au sein de l'armée régulière ou la police. Mais depuis l'adoption de la loi de réforme de l'armée de 2011¹⁶, Kinshasa refuse de tels arrangements.

La fragmentation de ces principaux groupes armés, la persistance des conflits interethniques, la tension avec des pays limitrophes, la crise politique ainsi que le trafic illicite des minerais, sont les principaux facteurs qui expliquent la prolifération de ces groupes armés, selon plusieurs rapports concordants.

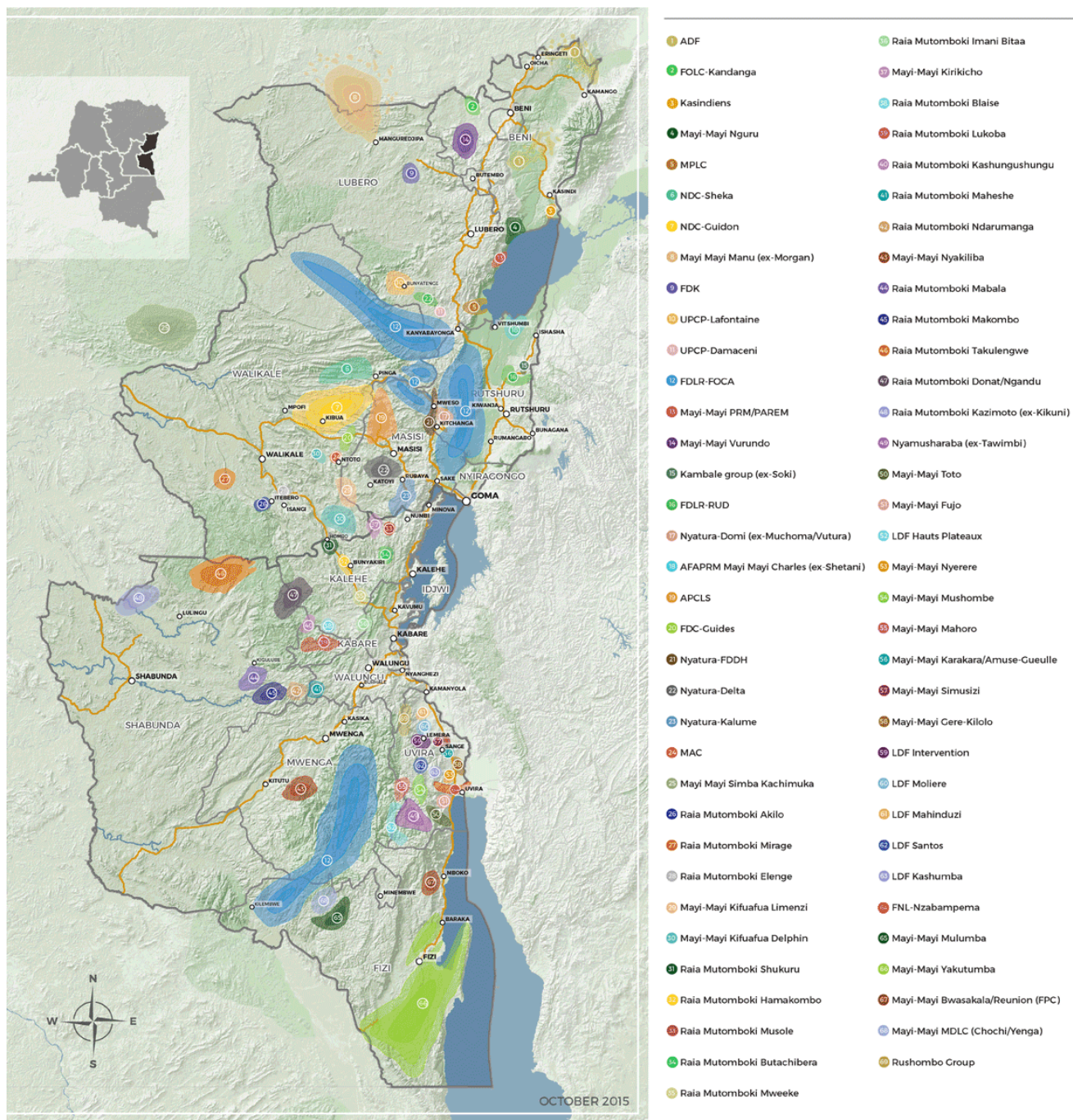
Ci-dessous, une carte retraçant la localisation géographique des groupes armés disséminés en République Démocratique du Congo (en 2015), particulièrement dans sa partie Est.

¹⁴ Makal Didier, « Bakata Katanga : qui sont-ils vraiment? » in *Congo profond*, disponible en ligne sur <https://www.congodurable.net/2019/10/12/bakata-katanga-qui-sont-ils-vraiment/>, consulté le 29 juillet 2020, consulté à 13 heures 24 minutes.

¹⁵ Idem.

¹⁶ Loi organique n° 11-012 portant organisation et fonctionnement des Forces armées, du 11 août 2011.

ARMED GROUPS IN NORTH AND SOUTH KIVU



An essay explaining key trends in armed mobilization and our methodology can be found at www.congoresearchgroup.org and www.christophvogel.net

Source: Stearns Jason et Vogel Christoph, *La Topographie Des Groupes Armés Dans l'Est Du Congo Réseaux fragmentés et politisés*, in *Barometre Securitaire Du Kivu*, Décembre 2017, p.9.

3 LES ENJEUX DES GROUPES ARMES EN RDC

Les enjeux des groupes armés sont parfois différents et peuvent varier en fonction de la raison d'être de chaque groupe. S'il est difficile d'identifier les enjeux des groupes armés étrangers, les enjeux des groupes armés locaux sont parfois perceptibles au regard de leur comportement ou de leur positionnement. Néanmoins, leurs enjeux demeurent aussi flous quant à la planification de leurs actions. A ce niveau, on peut se demander par exemple quel a été l'enjeu des miliciens Yakutumba dans la prise de contrôle récemment des zones de Misisi et de Lulimba et leurs environs ? A en croire leurs déclarations, ils s'insurgent contre le blocage politique, la non organisation des élections, etc. Mais pourquoi ont-ils préféré prendre la zone de Misisi qui est riche en minerais d'or ? On comprendrait donc que l'argument soutenu depuis un certain temps quant à l'enjeu de l'exploitation minière illégale par les groupes armés reste plausible.

Par ailleurs, il se remarque que les groupes armés opérant dans la plaine de la Ruzizi par exemple n'ont aucune vision nationale mais par contre, ils s'orientent plus dans le rançonnement de la population, le pillage et surtout la présumée protection de leurs communautés car, ils se fondent en majorité sur une base tribale ou ethnique.

D'autres groupes armés et plus particulièrement ceux d'origine étrangère, trouvent en RDC un terrain propice pour y constituer leurs bases-arrières pour des raisons de refuge afin de planifier leurs opérations. Citons à titre illustratif les milices burundaises présentes sur le sol congolais du groupe FNL, les rebelles ougandais des ADF qui multiplieraient des exactions en RDC, les FDLR, et les rebelles sud-soudanais de Riek Machar. Toutefois, ils ne s'empêchent pas aussi de commettre des exactions à l'endroit des populations, tout comme de se livrer dans le pillage, le rançonnement et l'exploitation illégale des ressources dont regorge le pays. Ils sont motivés par l'exploitation des ressources naturelles dont regorge la RDC. Les minerais de ces zones sont vendus clandestinement, principalement au Rwanda et en Ouganda où ils sont rachetés par des entreprises étrangères. La conséquence de ce trafic est que le Rwanda est actuellement le premier exportateur mondial du coltan qu'il ne produit pas à partir de son sous-sol.

La lutte armée en RDC est tout d'abord la conséquence de l'incapacité de l'État à faire face aux revendications des différentes communautés. Les milices locales se battent pour la sécurité, la justice distributive, la lutte contre la pauvreté, l'égalité des droits, l'emploi, la corruption omniprésente et la réforme de lois discriminatoires. La prolifération des groupes armés a été favorisée par la déliquescence de l'État congolais, la croissance économique n'ayant profité qu'à une poignée de proches du pouvoir et une corruption omniprésente. En outre, l'obstination de l'ancien régime à rester coûte que coûte au pouvoir fait dire à certains que seule la pression des armes parviendra à le faire partir. Cela n'empêche pas de nombreux penseurs de considérer que l'instabilité dans l'Est est délibérément entretenue par Kinshasa afin de justifier la non-tenue des élections, constitutionnellement prévues en 2016, mais dont le report à 2019 a finalement été annoncé. Quoi qu'il en soit, il semble certain que tant que la même équipe restera aux commandes de la RDC, les groupes armés congolais et étrangers continueront à proliférer et à jeter sur les routes des milliers de familles dont ils prétendent être les porte-parole et les protecteurs¹⁷.

Paradoxalement, cette stratégie de lutte pour les droits est utilisée par le pouvoir, les trafiquants et certains opposants pour semer le chaos en organisant et en soutenant des troubles. Le but est de rendre le pays ingouvernable et de limiter l'accès dans certaines zones pour notamment écouler des armes, piller les ressources naturelles du pays et justifier les projets budgétisés, mais non réalisés. Elle a été utilisée en RDC entre 2014 et 2018 pour justifier la non organisation des élections et la nécessité d'instituer le régime d'exception qui a permis au pouvoir de Kinshasa de régner au-delà du mandat constitutionnel. Elle est actuellement utilisée par les adversaires de l'actuel président Felix Tshisekedi pour l'empêcher de réaliser ses promesses de campagne, dont l'éradication du virus Ebola et la fin de l'insécurité à l'Est du pays.

Les initiateurs des groupes armés sont généralement des éleveurs, des agriculteurs, des chasseurs-cueilleurs (principalement les peuples autochtones pygmées), qui se sentent isolés par le pouvoir et par d'autres communautés pour avoir choisi de conserver leur mode de vie traditionnelle. Les besoins de défendre les terres contre l'invasion des étrangers motivent aussi la création des milices. À eux s'ajoutent des jeunes désœuvrés ou déscolarisés, attirés par les richesses non protégées¹⁸.

¹⁷Berghezan Georges, « Est du Congo : à qui profite la prolifération des groupes armés ? », *Les Grands Dossiers de Diplomatie* n° 42, décembre 2017-janvier 2018, p.4.

¹⁸Informations tirées de l'article « Une centaine de groupes armés sème le chaos au Congo » publié depuis le 20 mars 2020 disponible en ligne sur le site <https://theconversation.com/une-centaine-de-groupes-armes-seme-le-chaos-au-congo-130100>.

Les groupes ethniques lésés par la subdivision des régions administratives du pays recourent également aux groupes armés pour exiger la création des communes auxquelles ils s'identifient. Cette démarche peut susciter des velléités xénophobes ou séparatistes et plonger le pays dans le cycle infernal des tensions¹⁹.

Tous les groupes armés se disent « patriotes ». Le patriotisme semble être même le fondement de leur idéologie. Contrairement aux milices des années 1960, qui étaient marxistes-communistes, les groupes armés locaux contemporains sont mus par l'idéologie nationaliste à laquelle se greffe le messianisme. Les chefs rebelles se disent en effet « envoyés ». Ils ont reçu, des ancêtres ou de Dieu, le mandat de libérer leurs communautés de l'oppression. Ces groupes armés violent les droits qu'ils disent défendre et se comportent comme des organisations terroristes.

Ce sont également des forces supplétives du gouvernement et des vigiles des trafiquants. Ils viennent souvent en appui aux forces de sécurité de la RDC et à celles des trois Etats voisins (Rwanda, Ouganda, Burundi) pour des opérations militaires. Les alliances entre les forces gouvernementales et les groupes armés permettent à ces groupes de recevoir des formations, la nourriture, l'argent et des équipements militaires (uniforme, armes et munitions).

4 PROBLEMES POSES PAR L'ACTIVISME DES GROUPES ARMES EN RDC

L'activisme des groupes armés en RDC a engendré un certain nombre de problèmes tant à l'égard de l'Etat congolais qu'à l'égard de la population. La grande préoccupation aujourd'hui en RDC est celle de la consolidation de la paix qu'il est difficile d'obtenir sans mettre fin à l'activisme des groupes armés car les problèmes générés par ces derniers constituent un frein à la mise en place d'un véritable processus de pacification.

La recrudescence des groupes armés en RDC prouve à suffisance que l'Etat a failli à sa mission, celle d'assurer le contrôle de l'intégrité du territoire national et d'assurer la sécurité et la protection à l'ensemble de la population. Une bonne partie du territoire national est incontrôlée par l'Etat. Les populations civiles ne font que subir les exactions de ces groupes armés. Les zones occupées souffrent d'une vulnérabilité à outrance.

Par ailleurs, l'activisme des groupes armés impacte négativement l'unité nationale. Le fait que la majorité des groupes armés soient constitués sur une base ethnique ou tribale et qu'ils défendent généralement les intérêts ou les causes de leurs tribus, les groupes armés favorisent et amplifient les divisions tribales dans la classe congolaise et par ricochet impactent l'unité nationale qui serait indispensable pour l'émergence de la RDC.

Cette situation d'instabilité ne permet pas d'amorcer de véritables projets de développement durable et rend le climat des affaires délétère. Quel investisseur sérieux peut chercher à aller implanter ses activités en zones à hauts risques s'il est convaincu qu'à tout moment son capital peut sombrer ? Qui peut chercher à investir durablement là où le risque est élevé ? L'activisme des groupes armés paralyse l'activité économique, le tourisme qui rapporte aussi l'argent dans les caisses de l'Etat,... La RDC connaît une crise humanitaire indescriptible. Les cas de viols, massacres, pillages,... qui ont été décriés suffisent pour attester la justesse de ces propos.

Pour clore, indiquons que l'activisme des groupes armés favorise l'exode rural qui implique la forte concentration en ville des populations provenant des milieux ruraux à cause de l'insécurité qui y sévit. Suite à la surpopulation et surtout à l'insuffisance des infrastructures dans les villes, on assiste à d'autres problèmes sociaux notamment les constructions anarchiques, la prolifération des maladies, l'augmentation du taux de chômage, la recrudescence du banditisme, l'accentuation de la dépravation des mœurs...

5 PERSPECTIVES D'ERADICATION DES GROUPES ARMES ET DE CONSOLIDATION DE LA PAIX EN RDC

Au regard des problèmes posés par les groupes armés en RDC et plus particulièrement dans sa partie Est, il importe d'adopter des mécanismes réalistes et efficaces de lutte contre ces derniers. De nombreux processus d'éradication des groupes armés ont été mis en place et sont toujours à pied d'œuvre. D'un autre côté, la consolidation de la paix devient de plus en plus indispensable pour amorcer le processus de développement. De l'autre côté, la consolidation de la paix passe par un certain nombre des mécanismes dont la refondation de l'Etat. A ce niveau, l'interrogation la plus légitime serait celle de savoir pourquoi les groupes armés continuent à se multiplier dans l'Est du pays malgré les efforts fournis pour leur éradication ? Cette situation devient pour autant le signe révélateur de l'échec de différents processus de désarmement ou de démobilisation. En

¹⁹ Idem.

l'absence d'une véritable volonté politique et surtout suite à la faiblesse de l'Etat lui-même quant à son incapacité à lutter efficacement contre les différents groupes armés, il est à constater par ailleurs que les différents mécanismes d'éradication de ces derniers ne mettent pas l'accent sur la prévention de leur prolifération.

Compte tenu de l'impasse actuelle, il est urgent d'élargir la gamme des interventions possibles et d'élaborer de nouvelles approches pour établir la paix dans l'Est de la RDC. Elles doivent se fonder sur une base réaliste et empirique, à la fois inventive et qui exploite les dynamiques sociales et politiques favorables mises en place par des acteurs congolais. Les parties prenantes doivent être prêtes à réaliser une analyse franche des causes réelles et des dynamiques sous-jacentes aux conflits, et à oublier les hypothèses mal avisées décrites ci-dessus afin d'élaborer des stratégies de consolidation de la paix ayant une chance de réussir. Celles-ci doivent comprendre un renforcement de la capacité des acteurs détenant un pouvoir réel et tenant à promouvoir la paix, en leur fournissant les incitations et l'aide dont ils ont besoin²⁰.

La tenue des élections en République Démocratique du Congo a constitué une avancée notoire pour le processus de paix mais beaucoup reste encore à faire pour en retirer tous les bénéfices. S'il est peu probable qu'une véritable guerre reprenne, les violences au Bas-Congo et à Kinshasa début 2007, qui ont fait plus de 400 morts, et les nouvelles menaces de guerre dans les Kivu (Nord et Sud) rappellent encore combien le pays reste fragile. Les relations tumultueuses entre le FCC et le CACH ont connu une profonde détérioration, laissant entrevoir une possible dérive autoritaire du régime et des troubles dans plusieurs villes du pays. Dans le même temps, les combats continuent dans l'Est entre des milices et une armée nationale, toujours très faible, avec pour conséquences le déplacement, chaque année, de centaines de milliers de civils, dont beaucoup meurent de faim et des maladies. Au lieu de rechercher le désengagement progressif des partenaires extérieurs notamment la Monusco, le gouvernement mis en place après l'investiture du président Tshisekedi devrait plutôt favoriser la mise en place d'un système de gouvernance transparente et responsable, capable de stimuler le soutien de la communauté internationale. Il est urgent que le gouvernement congolais et la communauté internationale s'entendent sur un nouveau partenariat, qui peut permettre à la RDC de reformer entre autres ses institutions et notamment l'armée. Une armée repensée et renforcée crédibiliserait la RDC et lui permettrait de faire main basse sur ces différents groupes armés qui sont une épine dans la gestion du pays. Il est à déplorer qu'à l'heure actuelle, la recherche de la solution à apporter aux groupes armés en RDC soit si simpliste alors que les théories qui plaident pour la pacification et une paix durable existent. Mais dans le cadre du processus de reddition des groupes armés, parfois de nombreuses démarches entachent la procédure des négociations. Généralement les négociations se font entre les gouvernants et les chefs rebelles. Parfois, tout se négocie uniquement en fonction des intérêts du chef oubliant ceux des autres membres de la milice en pensant que la reddition du chef conduira nécessairement à la reddition de toute la milice. Certes, il peut se rendre avec un certain nombre d'éléments mais généralement il y a des dissidents qui restent tout simplement parce que la négociation n'a pas rencontré leurs desideratas. C'est pourquoi dans la négociation, il faut tenir compte des causes profondes qui sous-tendent les groupes armés en question. Il nous semble que parmi les causes majeures figurent la question liée à la refondation de l'Etat et la gouvernance. Nous y reviendront.

Au-delà de ce que les théories nous apprennent, la volonté politique devrait être capitalisée dans la recherche des solutions de pacification. Le manque de volonté politique, l'inertie, le manque d'anticipation des événements, ... dans le chef des autorités de la RDC a été pour beaucoup dans l'enracinement, la prolifération et l'escalade des groupes armés. Certains groupes armés, à leurs naissances sont parfois négligés. Par la suite, ils deviennent virulents et surprennent les autorités et l'action de l'Etat arrive généralement après de nombreux dégâts et parfois elle n'arrive pas. Le gouvernement lance toujours ses opérations après que les groupes armés soient enracinés. C'est en effet cette situation qu'on a observée au commencement du M23 en 2012. En le qualifiant d'un groupe de quelques inciviques voulant troubler la paix, les autorités de Kinshasa ont semblé négliger ce mouvement qui allait devenir par la suite une grande rébellion aux conséquences désastreuses. En clair, disons que la volonté politique doit amener à des actions concrètes. C'est d'ailleurs cette incapacité de l'Etat congolais à honorer ses engagements qui fait hésiter certains groupes armés à se rendre. Lors de la conférence de paix de Goma de 2008, presque tous les chefs rebelles qui étaient présents avaient pris l'engagement d'intégrer le processus de paix initié par le gouvernement. Par la suite, certains groupes se sont rendus mais dans la grande majorité d'autres ne l'ont pas fait. Pour ce faire, l'éradication des groupes armés nécessite une véritable volonté politique des autorités nationales appuyée par la communauté internationale. Cette volonté politique dont l'importance n'est plus à démontrer se cultive. Elle est enracinée grâce à un leadership compétent, honnête, nationaliste et patriotique.

Par ailleurs, quoique l'action militaire contre les groupes armés semble être privilégiée, il faut constater qu'elle a démontré ses limites. La prolifération des groupes armés peut s'expliquer en partie par les velléités tribales des uns et des autres dans la

²⁰ Rapport d'International Alert, Sortir de l'impasse : Vers une nouvelle vision de la paix à l'est de la RDC, 2012, p.50.

mesure où certains prennent les armes lorsqu'ils sentent que leurs communautés sont menacées par d'autres. Ainsi donc, au-delà de l'action militaire, une action sociale impliquant par exemple les chefs coutumiers s'impose. C'est pourquoi, au lieu de réduire aujourd'hui le rôle et le pouvoir des chefs coutumiers, il faudrait orienter leur rôle dans la consolidation de la paix. Ce sont ces derniers qui doivent apprendre aux communautés à vivre ensemble. D'où l'intérêt de renforcer la capacité de l'Etat.

Au-delà, de ces considérations, il y a lieu de rappeler que le contrôle efficace de l'ensemble des frontières est une perspective indispensable. La porosité des frontières de l'Etat congolais facilite la circulation des armes et des munitions pour ravitailler les différents groupes armés. Le contrôle et la sécurisation des frontières peuvent réduire sensiblement la prolifération des groupes armés car ces derniers auront du mal à opérer sans armes ni munitions.

Dans une autre perspective, les mécanismes d'éradication des groupes armés doivent tenir compte des enjeux de chaque groupe armé. Les enjeux des groupes armés sont divergents. Nombreux de groupes armés sont constitués sur une base ethnique orientant leurs actions dans la protection des terres et/ou de leurs communautés ou encore se déclarant lutter contre l'occupation étrangère ou défendre les intérêts de leurs communautés (cas de l'attaque de travailleurs de Banro à Namoya). D'autres sont là pour l'exploitation illégale des minerais; c'est pourquoi d'ailleurs, il faut sécuriser les carrés miniers et surtout insister sur l'application effective des politiques de traçabilité. D'autres groupes encore se constituent à la suite des frustrations au sein des communautés, frustrations pouvant venir d'autres communautés. Pour d'autres enfin, les enjeux sont mal connus. Ils sont supposés comme des terroristes. C'est le cas particulièrement des ADF qui commettent des exactions à l'endroit des populations civiles comme stratégie de marquer leur existence. Mais à regarder de près, on trouve que le point commun des groupes armés étrangers est l'opposition aux régimes en place dans leurs pays d'origine. Cependant, cette opposition se mène à partir de la RDC considérée comme leur base arrière. Tel est le cas des ADF, FDLR, FNL et autres groupes armés burundais ou encore certains miliciens sud-soudanais. Ainsi, c'est l'ensemble de toutes ces dimensions dont il faut tenir compte dans les différentes politiques et différents mécanismes d'éradication des groupes armés. Sous cet angle, par exemple on ne peut pas prétendre appliquer les mêmes politiques aux groupes locaux ou groupes d'autodéfense et aux groupes armés étrangers. Dès lors que les groupes poursuivent des agendas différents, il ne faut pas les traiter de la même manière.

Au regard de ce que nous venons de dire, rappelons-le, étant donné que la question des groupes armés en RDC est le reflet d'un certain nombre des malaises ou des problèmes dans la société congolaise s'inscrivant dans le cadre de la défaillance de l'autorité de l'Etat, le véritable remède à la prolifération des groupes armés en RDC et particulièrement dans la partie Est du pays, c'est la restauration de l'autorité de l'Etat. La restauration de l'autorité de l'Etat doit être prise sous toutes ses formes. Elle suppose que l'Etat soit non seulement capable de remplir toutes ses fonctions régaliennes en commençant par la sécurité du territoire national et de l'ensemble de la population, mais aussi l'Etat doit être capable de répondre aux différents besoins sociaux et maintenir une cohabitation pacifique des communautés. C'est pourquoi, il sera difficile de mettre fin à l'activisme des groupes armés avec la persistance des situations suivantes:

- Lorsque la population croupit dans la misère alors que le pays regorge d'importantes ressources dont il n'a ni la maîtrise, ni le contrôle. Tel est le cas des groupes armés qui pullulent par exemple à Shabunda. Ils se permettent de faire la loi dans les zones qu'ils contrôlent et procèdent à l'exploitation illégale des minerais.
- Lorsque les populations autochtones voient les étrangers occuper leurs terres et que l'Etat n'arrive pas à résoudre les problèmes entre communautés. C'est ainsi que la plaine de la Ruzizi est devenue un réservoir des groupes armés à vocation ethnique dont les enjeux seraient la protection de leurs communautés contre l'envahissement des autres communautés mais qui, malheureusement, se livrent à des exactions et au rançonnement.
- Lorsque l'Etat n'arrive pas à consolider l'unité nationale, à sécuriser la population, et ne répond pas à ses besoins sociaux et notamment la création des emplois pour réduire le chômage particulièrement chez les jeunes.

6 EN GUISE DE CONCLUSION

Cette réflexion a porté sur les groupes armés et les défis de la consolidation de la paix en RDC. Dans cette étude, nous avons voulu montrer que les groupes armés demeurent un véritable défi à la consolidation de la paix en RDC et plus particulièrement dans la partie Est du pays. En l'absence d'une autorité étatique forte, plusieurs groupes armés y font la loi. Les horreurs causées par ces derniers sont indescriptibles. Elles vont de l'insécurité généralisée à des catastrophes humanitaires sans pareils. La consolidation de la paix, quoiqu'indispensable pour le développement, elle aussi, traine les pas suite au résultat mitigé des différents mécanismes mis en place pour mettre fin à l'activisme des groupes armés en RDC. Les maux internes et les frustrations intercommunautaires contribuent à la prolifération des groupes armés.

Cette réflexion a montré clairement le lien entre la défaillance de l'autorité de l'Etat et la prolifération des groupes armés, créant ainsi une insécurité généralisée. Toutefois, affirmons-le, le rôle de l'Etat demeure aussi central dans l'éradication des groupes armés surtout quant au renforcement de son autorité sous toutes ses formes, sans oublier son effectivité sur

l'ensemble du territoire national. L'Etat doit être le symbole de l'unité, de la force, de la sécurité et du bien-être de toutes les communautés. Faute de cela, l'on assiste à des frustrations, à la division ou à des fragmentations sociales, à une pauvreté à outrance, aux inégalités sociales, ... facteurs de prédilection de la prolifération des groupes armés. La question des groupes armés en RDC n'est pas pour autant une fatalité. Mais la prise de conscience au travers du renforcement de l'autorité de l'Etat et d'une véritable réconciliation nationale, est susceptible de mettre un terme à l'activisme et à la prolifération des groupes armés.

Le renforcement de l'autorité de l'Etat ne peut partir que de la refondation de l'Etat laquelle implique entre autres:

- La mise sur pied des institutions fortes susceptibles de faire respecter les lois du pays et de garantir les droits de chacun. Et parmi celles-ci, nous insistons sur le pouvoir judiciaire qui doit garantir l'indépendance de la magistrature, -base de tout Etat de droit.
- La mise sur pied d'une armée forte, bien entraînée, disciplinée, dissuasive, capable de défendre le territoire national et de déjouer les plans de l'ennemi déstabilisateur du pays.
- La bonne gouvernance qui doit s'appuyer sur une bonne administration respectant les principes du management moderne. Une telle administration doit savoir que gérer, c'est prévoir, organiser, planifier, ordonner, coordonner, contrôler,... Elle est donc la cheville de tout Etat qui a entre autres objectifs la politique de la population. Cette politique de la population évite de créer la distance sociale et des disparités. Sans cette politique au sein d'un pays, il y aura toujours rancœur et découragement. Sans cette politique, il y aura toujours au sein de la société des envies multiples qui se soldent par des frustrations. Or, c'est du couple envie-frustration que naît la violence dans la société. La naissance et la prolifération des groupes armés en RDC peuvent être expliquées à partir de ce couple dangereux.

Et si la RDC veut se défaire de ces groupes armés, elle doit repenser ses institutions, sa gouvernance, son armée. Elle doit en plus de cela revisiter sa politique de la population afin de garantir une justice sociale qui crédibilise et rassure.

Tout ceci ne peut être bien réalisé que grâce à un leadership averti. C'est la raison pour laquelle nous pensons que la paix durable en RDC sera réellement instaurée quand le pays saura porter au perchoir de la République des hommes honnêtes, intègres, compétents, nationalistes et patriotiques. Seule cette catégorie d'hommes pourrait permettre à la RDC de se réinventer et garantir à chaque congolais la paix.

REFERENCES

- [1] Berghezan Georges, « Groupes armés actifs en République démocratique du Congo, Situation dans le «Grand Kivu» au 2ème semestre 2013, Les Rapports du GRIP n° 2013/11, GRIP, Bruxelles, 2013.
- [2] Berghezan, Georges « Est du Congo: à qui profite la prolifération des groupes armés ? », Les Grands Dossiers de Diplomatie n° 42, décembre 2017-janvier 2018.
- [3] Berghezan, Georges « Panorama des groupes armés d'Afrique centrale », in Diritto e questioni pubbliche, Palermo.
- [4] Constitution de la République démocratique du Congo de 2006.
- [5] Groupe d'Etude sur le Congo et Human Rights Watch (Projet Baromètre sécuritaire du Kivu), disponible en ligne sur <https://reliefweb.int/files/resources>, consulté le 10 juillet 2020, à 22 heures 30 minutes.
- [6] Likandja Patience et Nebandrombia Roger, « le phénomène Mbororo et ses conséquences », disponible en ligne sur <http://www.societecivile.cd/node/3449>, consulte le 19 juillet 20, à 14 heures 35 minutes.
- [7] Loi organique n° 11-012 portant organisation et fonctionnement des Forces armées, du 11 août 2011.
- [8] Makal Didier, « Bakata Katanga: qui sont-ils vraiment? » in Congo profond, disponible en ligne sur <https://www.congodurable.net/2019/10/12/bakata-katanga-qui-sont-ils-vraiment/>, consulté le 29 juillet 2020, consulté à 13 heures 24 minutes.
- [9] Mulegwa Pascal, « RDC: Les principaux groupes armés encore actifs dans l'Est du pays », in Esma Ben Said, disponible en ligne sur <https://www.aa.com.tr/fr/afrique/rdc-les-principaux-groupes-armes-encore-actifs-dans-lest-du-pays/952281>, consulté le 27 juillet 2020, à 11 heures 05 minutes.
- [10] Pourtier Roland, « Chapitre 17 - Les enjeux miniers de la guerre au Kivu » in Les conflits dans le monde, 2011.
- [11] Pourtier Roland, « Le Kivu dans la guerre: acteurs et enjeux », EchoGéo [En ligne], Sur le Vif, mis en ligne le 21 janvier 2009, consulté le 28 juillet 2020.
URL: <http://journals.openedition.org/echogeo/10793>; DOI: <https://doi.org/10.4000/echogeo.10793>.
- [12] Rapport d'International Alert, Sortir de l'impasse: vers une nouvelle vision de la paix à l'Est de la RDC, 2012.
- [13] Rapport mapping des Nations Unies sur la RDC, disponible en ligne sur <https://www.ohchr.org>, consulté le 10 juillet 2020, à 22 heures 30 minutes.
- [14] Stearns Jason et Vogel Christoph, La topographie des groupes armés dans l'Est du Congo. Réseaux fragmentés et politisés, in Barometre Securitaire Du Kivu, Décembre 2017.
- [15] Topona Eric, « RDC: et si les rebelles du M23 étaient de retour... », Disponible sur <https://www.dw.com/fr/rdc-et-si-les-rebelles-du-m23-%C3%A9taient-de-retour/a-54299569>, consulté le 30 juillet 2020, à 12 heures 44 minutes.

العنف في الوسط المدرسي و انعكاساته البيداغوجية

[Violence in the school environment and its pedagogical repercussions]

تواهر عبد الخالق

ثانوية الوفاء التأهيلية، المديرية الإقليمية سيدي قاسم، وزارة التربية الوطنية، المغرب

Abdelkhalek Touahar

Al Ouafae High School, Regional Directorate, Sidi Kassem, Ministry of National Education, Morocco

Copyright © 2020 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: Violence in its various forms and forms is one of the most prevalent phenomena in human societies and the most dangerous for his life, and Moroccan society, like other societies, was not left untouched by this dangerous phenomenon, but he also knew forms of violence that extended almost to all sectors and touched aspects of social life and its effects extended to the school community Where violence has moved from the social milieu to the scholastic milieu, what is striking is the spread of this phenomenon during recent years in a dangerously worrying way, especially as it has spread to the academic departments and the classroom environment has been affected by this infection and its implications for the educational learning process based mainly on the interaction between its two sides (teacher and learner) On pedagogical goals. This study tended to focus on the various interactions and their effects within the classroom environment and its implications for the aspects of the learning process. From this perspective, behavioral aspects (violence) within the classroom environment formed the focus of this study and its implications on the educational learning side with its psychological and social dimensions and included rehabilitative secondary education institutions. Our interest in this study was not directed to monitoring the factors that cause violence only, as most studies accelerated in this framework and since the emergence of the phenomenon to monitor its factors with a view to reducing them, but our interest has extended beyond that to include the implications of the students themselves from lack of focus, and dispersal Pedagogical goals and teaching method were affected. Although the results of this modest study sincerely reflect the effects of this phenomenon on the aspects of the educational process that still constitute the center of attention of many learners, it opens doors for those wishing to dive and reveal the negative effects of this phenomenon not only on the educational learning side but on the educational process as a whole and direct attention To address this dangerous phenomenon, which will not stop its creeping except with the results of serious studies presented in this framework.

KEYWORDS: School violence, school environment, pedagogy, education, learning.

ملخص: يشكل العنف بأشكاله وصوره المختلفة إحدى الظواهر الأكثر انتشارا في المجتمعات الإنسانية وأخطرها على حياته، والمجتمع المغربي كغيره من المجتمعات لم يبق بمنأى عن هذه الظاهرة الخطيرة بل عرف هو الآخر أشكالاً من العنف امتدت تقريباً إلى كل القطاعات ومست جوانب من الحياة الاجتماعية وامتدت تأثيراته إلى الوسط المدرسي حيث انتقل العنف من الوسط الاجتماعي إلى الوسط المدرسي، واللافت للانتباه هو انتشار هذه الظاهرة خلال السنوات الأخيرة بشكل خطير يدعو للقلق خاصة أنه امتد إلى داخل الأقسام الدراسية وتأثرت البيئة الصفية بهذه العدوى وتجلت انعكاساته على العملية التعليمية التعلمية القائمة أساساً على التفاعل بين طرفيها (المعلم والمتعلم) وعلى الأهداف البيداغوجية. وقد اتجهت هذه الدراسة إلى التركيز على مختلف التفاعلات وتأثيراتها داخل البيئة الصفية وانعكاساتها على جوانب العملية التعليمية، ومن هذا المنظور، شكلت المظاهر السلوكية (العنف) داخل البيئة الصفية محور هذه الدراسة وانعكاساتها على الجانب التعليمي التعليمي بأبعادها النفسية والاجتماعية وشملت مؤسسات التعليم الثانوي التأهيلي. ولم يتجه اهتمامنا في هذه الدراسة إلى رصد العوامل المتسببة في العنف فقط باعتبار أن جل الدراسات سارعت في هذا الإطار ومنذ ظهور الظاهرة إلى رصد عواملها بغرض الحد منها، بل امتد اهتمامنا إلى أبعد من ذلك ليشمل الانعكاسات التي تخلفها على التلاميذ أنفسهم من عدم التركيز، وتشيته وتأثر الأهداف البيداغوجية وطريقة التدريس. ورغم أن نتائج هذه الدراسة المتواضعة تعكس بصدق تأثيرات هذه الظاهرة على جوانب العملية التعليمية التي لا تزال تشكل مركز اهتمام الكثير من الدارسين إلا أنها تفتح أبواباً للراغبين في الغوص والكشف عن التأثيرات السلبية لهذه الظاهرة ليس فقط على الجانب التعليمي بل على العملية التربوية ككل وتوجيه الاهتمام لمعالجة هذه الظاهرة الخطيرة التي لن يتوقف زحفها إلا بما تقدمه الدراسات الجادة من نتائج في هذا الإطار.

كلمات دلالية: العنف المدرسي، الوسط المدرسي، البيداغوجيا، التعليم، التعلم.

1. مقدمة

يشكل تنامي العنف في العالم إحدى الظواهر المميزة للألفية الثالثة ولإنسان هذا العصر. الحروب والإجرام والافتتال، مظاهر سلوكية اكتسبها الإنسان ومارسها في بيئات مختلفة، والحقيقة أن العنف ظاهرة اجتماعية قديمة قدم الإنسانية، ونخشى أن تكون أكثر تدميراً للبنى الاجتماعية والعلاقية إذا ما لم يضاعف الاهتمام بها والتصدي لها خاصة وأن عدوى الانتشار في تسارع يندع بعواقب بالغة الأثر على أنساق العلاقات الاجتماعية والقيم. والشائع أن العنف يبدأ من المنزل لينتقل إلى الشارع ثم يقتحم أسوار المدرسة، والمدرسة ليست وحدها المسؤولة عن تقشي الظاهرة بل لبيئات أخرى الحظ الأوفر في تصديرها، وليس لنا أن نقف عند رصده أو تحديد أشكاله بل الإسراع في معالجته، وعلى الرغم من انكباب المختصين حول هذه الظاهرة التي هي ليست وليدة الساعة إلا أن ما قدم بشأنها لم يبلغ بعد الاهتمام اللازم، خاصة بعد أن ارتفعت حدتها وامتد تأثيرها إلى داخل الصفوف الدراسية فيأشكال متنوعة أثرت على دينامية العلاقات بين طرفي العملية التعليمية التعلمية على اعتبار أن سلوك أي طرف يؤثر بالضرورة على الطرف الآخر ويتأثران معا بالمناخ السائد في البيئة الصفية.

ولما كانت الأهداف التربوية هي نقطة بداية كل عمل مدرسي فإن تحقيقها في بيئة صفية يسودها العنف يصبح صعب المنال، وأن تحقيق الفعل السلوكي الذي يراد تحقيقه لدى المتعلمين سواء على المستوى المعرفي أو الوجداني أو النفسي حركي لا يبلغ النتيجة المحددة بسبب المظاهر السلوكية التي تغطي على البيئة الصفية والتوترات التي تطبع العلاقات والتفاعلات القائمة بين قطبي العملية التعليمية. إضافة إلى مرحلة المراهقة وما تطرحه من مشاكل سلوكية بالنسبة للمراهق اعتباراً لكل جوانب التأثير لهذه الظاهرة الخطيرة داخل الصفوف المدرسية وانعكاساتها على مكونات العملية التعليمية التعلمية، رأينا أنه من الضروري أن نتناول في هذا البحث ظاهرة العنف بالوسط المدرسي، بأبعاده النفسية والاجتماعية وانعكاساته البيداغوجية، وشملت مدارس التعليم الثانوي باعتبار أن المرحلة العمرية للتلاميذ في هذا المستوى تصادف مرحلة المراهقة والتي تميزها تغيرات

فيزيولوجية ترافقها اضطرابات في السلوك. وجاءت الدراسة في ثلاثه فصول الاول شمل الجانب المنهجي الثاني خصص للجانب النظري اما الفصل الثالث فخصص للجانب التطبيقي حيث تطرقنا إلى منهجية الدراسة وعينة البحث ومجال الدراسة وأدوات وتقنيات البحث ثم تحليل النتائج وتفسيرها وعرض النتائج العامة للبحث.

2. إشكالية البحث

أن العملية التربوية مبنية أساساً على التفاعل الدائم والمتبادل بين طرفيها، فإن سلوك أي طرف يؤثر في الآخر، ويتأثران معا بالسلوك السائد في البيئة الصفية، وينعكس ذلك سلباً على الأهداف البيداغوجية بشكل عام، وعلى العملية التعليمية التعلمية بشكل خاص. فمتى كانت البيئة الخارجية للمدرسة تتميز بالعنف انتقل العنف منها بالضرورة إلى الوسط المدرسي، فكثيراً ما يشكو المدرسون من صعوبة التحكم في العملية التعليمية وتحقيق الأهداف البيداغوجية في بيئة صفية يسودها العنف. إن أهم الانعكاسات التي يفرزها العنف في الوسط المدرسي على التلاميذ أنفسهم تظهر في صور متعددة منها: عدم التركيز، تشوش الإدراك، التردد، الخوف، الانصراف عن الدرس والانشغال بأمور شخصية، وتعتبر هذه المظاهر السلوكية امتداداً للضغوطات النفسية والاجتماعية التي يبحث المراهق دائماً عن التوافق مع النماذج السلوكية التي تتماشى مع الحياة الاجتماعية، وفي كثير من الأحيان يصيب المراهق الفشل في تحقيق هدفه مما يساعد على فتح أبواب العنف وخاصة عندما تتلاشى حدة الضغط أو تشتت بشكل مبالغ فيه.

وانطلاقاً من هذه الخلفية الفكرية للعنف في الوسط المدرسي بجدد طرح تساؤل رئيس مفاده إلى أي مدى يؤثر العنف في الوسط المدرسي في سير العملية البيداغوجية؟ "وتتفرع عنه مجموعة من الأسئلة الجزئية يمكن تلخيصها فيما يأتي:

- هل يؤثر العنف على تحقيق الأهداف التعليمية التعلمية؟
- هل يؤدي العنف داخل الفصل إلى تقليص الزمن الخاص بالحصّة؟
- هل تساهم سلوكيات العنف على تشتيت انتباه المتعلمين؟
- هل يؤثر العنف داخل الفصل على طريقة تقديم الدروس؟

3. فرضيات البحث

العنف داخل القسم الدراسي يؤثر على العملية البيداغوجية.

يؤثر العنف داخل القسم الدراسي على سير الدرس وتحقيق الأهداف البيداغوجية.

4. مفهوم العنف

يمكن النظر للعنف كنمط من أنماط السلوك ويمكن أيضاً النظر إليه كظاهرة فهو عبارة عن فعل يتضمن إيذاء الآخرين يكون مصحوباً بانفعالات الانفجار والتوتر وكأي فعل آخر لا بد أن يكون له هدف يتمثل في تحقيق مصلحة معنوية أو مادية. [1]

يمكن النظر إليه كظاهرة اجتماعية تتكون من عدد من أفعال مجموعة من الفاعلين تحدث في محيط وتكون لها درجة الاستمرارية بحيث تحتل فترة زمنية واضحة [1].

يشمل العنف المجالات العائلية المدرسية مؤسسات العمل والقطاعات الرياضية ومنه فهو يشير إلى كل سلوك غير طبيعي من شأنه التأثير على هذه الوحدات بشكل غير طبيعي مما يترك بعض الآثار التي قد تزيد من الطبع العام للزمن وعدم إمكانية التخلص منها. [2]

يعتبر العنف من وجهة النظر الحديثة مرضاً اجتماعياً أكثر من كونه جريمة فظاهرة العنف تعد عرضاً مرضياً صيحة اندار أو رسالة خطر على المجتمع أن لم تحسن قراءتها ولهم ظاهرة العنف يجب معرفة دوافعها الكامنة في شخصية الفرد الذي يلجأ إلى العنف أو التطرف وكذلك بواعثها الاجتماعية. [3]

من خلال هذه التعاريف نستنتج أن العنف هو سلوك غير طبيعي ومرض اجتماعي وهو ظاهرة إنسانية اجتماعية لا بد من تكثيف الجهود لفهمها والبحث عن العوامل المؤدية لها وأخذ جميع التدابير للتصدي لها لأنها تمس جميع المؤسسات الاجتماعية سواء في الأسرة مكان الدراسة أو مكان العمل

من هنا نستنتج ان المدرسة هي الاخرى لم تسلم من العنف و هو ما نسميه بالعنف المدرسي او العنف في الوسط المدرسي و عليه لا بد من الاشارة الى بعض التصرفات للعنف في الوسط المدرسي اهمها

تعريف فؤاد: زكريا هو سلوك هدام خارج على سلوك المجتمع و تقاليده يقوم به التلميذ لألحاق الأذى بزميل له او شخص اخر عن طريق الجرح او من خلال السخرية من هذا الشخص و يتصف عن الرغبة في إيذاء الآخرين و فرض النفوذ عليهم و له جانبان مادي و اخر معنوي.[4]

تعريف حويتي: هو تلك التصرفات العنيفة من التلاميذ اتجاه التلاميذ او من التلاميذ اتجاه المعلمين او من التلاميذ اتجاه المدرسة بمعنى اخر هو مجموع السلوك غير المقبول اجتماعيا بحيث يؤثر على النظام العام للمدرسة و يؤدي الى نتائج سلبية بخصوص التحصيل الدراسي و تحدده في العنف المادي مثل الضرب و المشاجرة و السطو على ممتلكات المؤسسة و التخريب داخل المدارس و الكتابة على الجدران و الاعتداء الجنسي و حمل السلاح الابيض و العنف المعنوي كالسب و الشتيم و السخرية و الاستهزاء و العصيان و اثاره الفوضى بأقسام الدراسة. [5]

مما سبق نستطيع ان نستنتج تعريفا اجرائيا للعنف المدرسي و هو كل ما يخص السلوكيات غير الطبيعية التي تمس الوقائع التربوية كالعنوان الذي يمس الأساتذة على التلميذ و العكس صحيح و التخريب و التكسير الذي يمس الوسائل و التجهيزات و كذا تعاطي المخدرات التحرشات الجنسية و تعاطي الكحوليات و ما الى ذلك

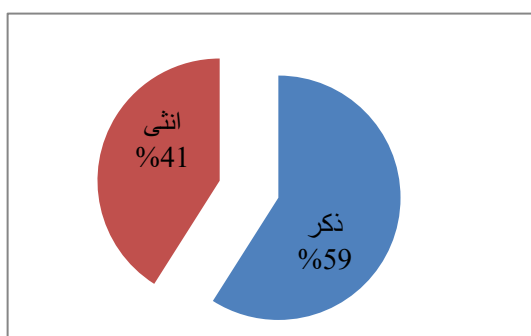
5. الإجراءات المنهجية للدراسة

اعتمدنا في هذا البحث على المنهج التحليلي الوصفي حيث قمنا بتوزيع استمارة البحث لملئها من طرف اساتذة التعليم الثانوي العاملين بمديرية سيدي قاسم.

6. عرض النتائج البحث ومناقشتها

6.1. معلومات شخصية

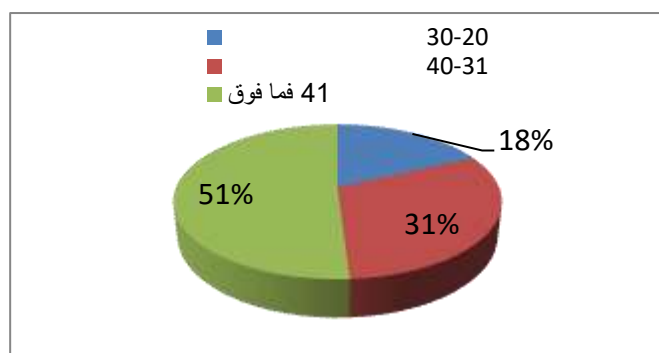
جدول 1: يبين توزيع العينة حسب الجنس



الجنس	التكرار	%
ذكر	59	58.64
أنثى	67	41.36
المجموع	162	100

يبين الجدول أن نسبة الذكور في العينة أكثر من نسبة الإناث حيث تم تسجيل 58.64% ذكور مقابل 41.36% إناث

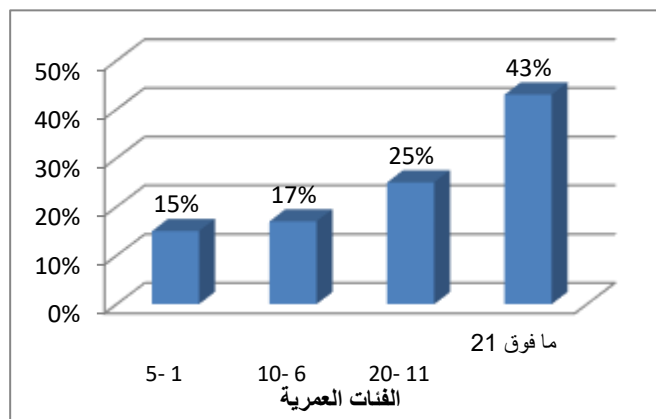
جدول 2: يبين توزيع العينة حسب السن



الفئات العمرية	التكرار	%
20-30	30	18.52
31-40	50	30.87
41 فما فوق	82	50.61
المجموع	162	100

أكبر نسبة سجلت عند فئة 41 سنة فما فوق 50.61% تليها في المرتبة الثانية الفئة العمرية 31-40 سنة بنسبة 30.87%

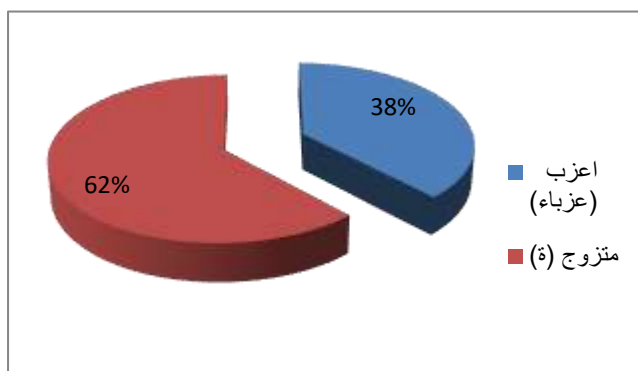
جدول 3 يبين توزيع العينة حسب الأقدمية في المهنة



الأقدمية في المهنة	التكرار	%
1-5	24	14.81
6-10	27	16.67
11-20	14	25.31
21 فما فوق	70	43.21
المجموع	162	100

نتائج الجدول تبين أن أكبر نسبة سجلت لدى ذوي الخبرة 21 سنة فما فوق بنسبة 43.21 تليها نسبة 25.31 لأصحاب خبرة ما بين 11 و20 سنة وهكذا يتبين أن جل عناصر العينة قد اكتسبوا معرفة ناتجة عن الخبرة تمنحهم القدرة على التحكم في القسم وعلى طريقة التدريس

جدول 4 يبين توزيع العينة حسب الحالة العائلية

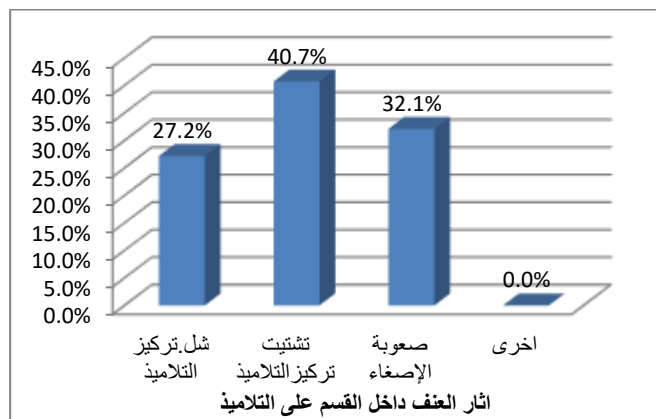


الحالة العائلية	التكرار	%
أعزب (عزباء)	62	38.27
متزوج (ة)	100	61.73
المجموع	162	100

يتضح من خلال نتائج الجدول أن جل عناصر العينة متزوجون بنسبة 61.73 % في حين 38.27 % فقط غير متزوجون، فالحالة العائلية للأستاذ تؤثر على طبيعة العلاقة بينه وبين التلميذ

6.2. العوامل البيداغوجية

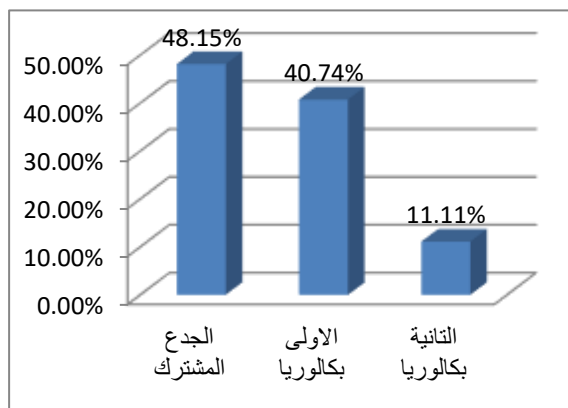
جدول رقم 5: يبين آثار حالات العنف داخل القسم الدراسي على التلميذ



الأجوبة	التكرارات	%
شل تركيز التلاميذ	44	27.16
تشيتيت تركيز التلاميذ	66	40.74
صعوبة الإصغاء	52	32.10
أخرى	0	0
المجموع	162	100

من خلال نتائج الجدول يتضح لنا أن الأثر البارز لحالات العنف داخل القسم الدراسي هو تشتيت تركيز التلاميذ وذلك بنسبة 40,74 % يليه صعوبة الإصغاء بنسبة 32,10 % ثم شل تركيز التلاميذ 27,16 % إن المواقف المثيرة للعنف غالبا ما تفقد القسم الدراسي الانضباط السلوكي وتثير الفوضى، كما تعمل على هدر طاقات الفرد العقلية والنفسية وبالتالي عدم قدرته على التركيز والإصغاء وكذا القدرة على التواصل.

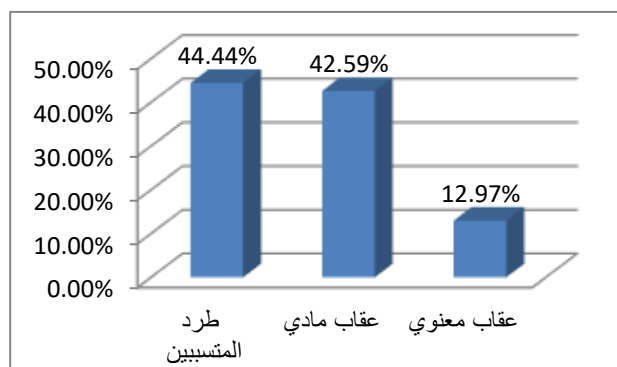
جدول رقم 6 : يبين المستويات الأكثر صعوبة في التحكم



الأجوبة	التكرارات	%
الجدع المشترك	78	48.15
الأولى بكالوريا	66	40.74
الثانية بكالوريا	18	11.11
المجموع	162	100.0

أكثر المستويات صعوبة في التحكم هي في نظر بعض الأساتذة الجدة المشترك بنسبة 48,15 % وهي نسبة دالة خاصة وأن السنة الأولى هي السنة التي تجمع بين تلاميذ جدد حيث تتكون خلالها المجموعات الضاغطة للسيطرة و تتسابق في إبراز قوة التحكم في تسيير جو القسم. إما السنة الأقل صعوبة في التحكم فهي السنة الثانية بكالوريا بنسبة 11,11 % وهذا بعدما استمرت مجموعات الضغط بسط نفوذها خلال السنة الثانية. فالسنة الثالثة هي سنة التحضير للتقدم لشهادة التعليم المتوسط التي تتطلب جهدا وانضباطا كبيرين. بالإضافة إلى عاملي النضج العقلي والتكيف الاجتماعي داخل القسم المدرسي بعد ارتقاء السلوك الاجتماعي.

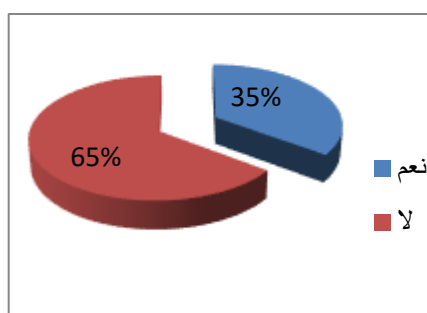
جدول رقم 7 : يبين كيف يواجه الأساتذة سلوكيات العنف داخل القسم



الأجوبة	التكرارات	%
طرد المتسببين	72	44.44
عقاب مادي	69	42.59
عقاب معنوي	21	12.97
المجموع	162	100

يوضح الجدول أعلاه أن 12,97 % من الأساتذة يواجهون سلوكيات العنف داخل القسم الدراسي بالعقاب المعنوي الذي يكون له وزنه على شخصية التلميذ و يحط من قيمته خاصة إذا كان بين أقرانه، فيحين يواجه 44,44 % من الأساتذة السلوك العنيف بطرد المتسببين فيه و التخلص من مصدر السلوك ، و في كلتي الحالتين فإن طرق معالجة السلوك العنيف من قبل الاساتذة يساعد على تنامي لدى التلميذ الشعور بالإذلال أمام سلطة المدرس و أوامره التي لا تناقش ، فغياب الحوار بين الطرفين في مثل هذه الوضعيات لا يسمح بالقضاء على العنف بل يجعل بحدوث سلوكيات عنف بأشكال متنوعة أو توجّل بعد أن تنشأ بالغضب.

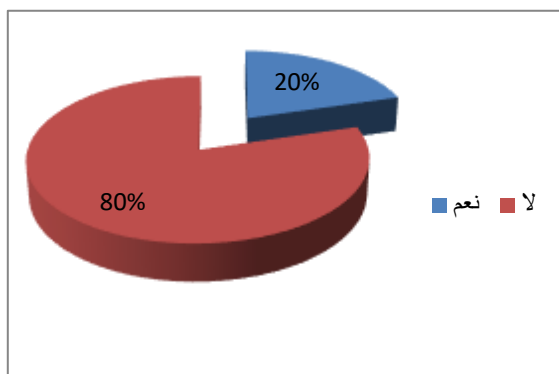
جدول رقم 8 : يبين مواجهة العنف بالعنف داخل القسم الدراسي من قبل الأساتذة



الأجوبة	التكرارات	%
نعم	57	35.18
لا	105	64.82
المجموع	162	100

للحفاظ على جو القسم الدراسي يلجأ بعض الأساتذة إلى مواجهة سلوكيات العنف بالعنف وذلك بنسبة 35.18% وهذه المواجهة تعبر عن محاولة كل طرف من مضاعفة استعمال القوة المسيطر للتحكم في الموقف و بسط سيطرته، و هذه الاندفاعات السلوكية هي التي تحاول إخضاع الآخر عن طريق الإكراه و هنا ما يترجم كون المدرس يلجأ إلى استعمال سلطته في حين يقابلها المراهق برفض هذه السلطة و التي هي في نظر المراهق امتداد لسلطة أبيه ، فالاستعمال المفرط للسلطة أو غيابها يساهم في تهديم البنية الشخصية للفرد، و شحن الصف بأجواء التوتر المصاحبة لانفعالات يساهم إلى حد كبير في اختلال الوضعية التربوية كما يساعد على نفور التلاميذ من الأستاذ و المادة في آن واحد

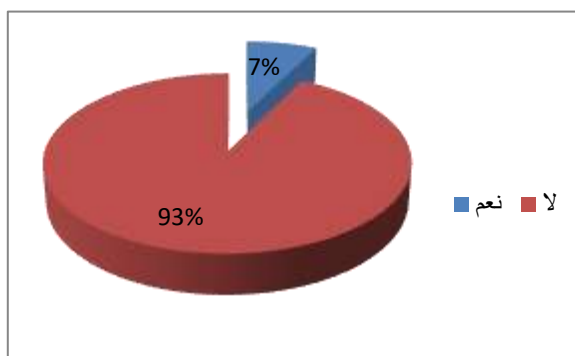
جدول رقم 9: طلب تغيير المؤسسة من قبل الأستاذ بسبب مظاهر العنف فيها



الاجابة	التكرارات	%
نعم	33	20.37
لا	129	79.63
المجموع	162	100

النتائج المدونة في الجدول تبين أن 20.37% من الأساتذة يؤكدون وجود مظاهر العنف بمؤسساتهم ويضطرون إلى تغيير المؤسسة بفعل هذه السلوكيات العنيفة و هذا ما يدل على عدم تساوي المؤسسات أمام ظاهرة العنف ، من جهة وعن اختلاف مظاهر العنف حسب البيئات ، غير أن العنف موجود في جميع المؤسسات و لكن بدرجات.

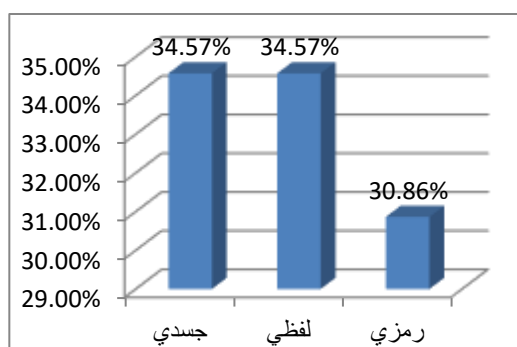
جدول رقم 10: يبين طلب الأستاذ تغيير القسم بسبب حالات العنف



الاجابة	التكرارات	%
نعم	12	7.40
لا	150	92.60
المجموع	162	100

مظاهر العنف داخل القسم الدراسي قد تؤدي إلى طلب بعض الأساتذة تغيير القسم و البحث عن قسم هادئ و يمثلون 7.40% و هي نسبة ضئيلة و لكنها معبرة خاصة و أن هذه النسبة تؤكد عن وجود العنف في أقسامنا و مهما يكن فإن نسبة 92.60% من الأساتذة الذين لا يرون في تغيير القسم حلا ناجحا إلا أنهم قد يقبلون بالبقاء في أقسامهم ، و محاولة ضبط الأمور بطرق قد تكون عنيفة.

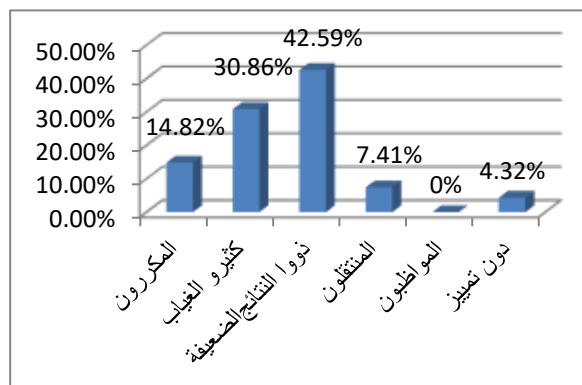
جدول رقم 11 يبين أكثر أنواع العنف تكرارا داخل القسم الدراسي



الاجابة	التكرارات	%
جسدي	56	34.57
لفظي	56	34.57
رمزي	50	30.86
المجموع	162	100

إن النتائج المدونة في الجدول توضح لنا أن أكثر أنواع العنف تكرارا داخل القسم الدراسي لدى التلاميذ هو العنف اللفظي و الجسدي بنسبة 34.57 % أما العنف الرمزي فيأتي في المرتبة الثانية بنسبة 30.86% وهذا ما يظهر فعلا داخل القسم الدراسي، حيث تبدأ المناوشات الكلامية والسب والشتم الذي يكون مصحوب بالعنف الجسدي كلغة التخاطب الأخيرة عندما تصبح وسائل التواصل الأخرى غير ممكنة.

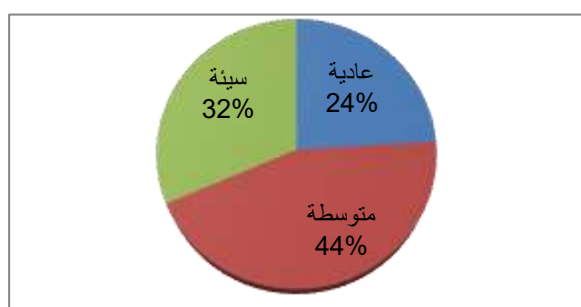
الجدول رقم 12: بين أكثر أنواع التلاميذ عنفا داخل القسم عن التلاميذ



الأجوبة	التكرارات	%
المكررون	24	14.82
كثيرون الغياب	50	30.86
ذوا النتائج الضعيفة	69	42.59
المنتقلون	12	7.41
المواظون	0	0
دون تمييز	7	4.32
المجموع	162	100

توضح النتائج المدونة في الجدول أن أكثر المتسببين في العنف داخل القسم هم التلاميذ ذو النتائج الضعيفة بـ 42.59% و هي نتيجة تراكمات الفشل التي تحط من قيمته بفعل الإذلال و التحقير من قبل المدرس و التلاميذ و حتى من البيئة لأسرية، و عدم قدرته على تحمل هذه الوضعيات، فإن ردادات الفعل تكون في مستوى التشجيع، و تكون عنيفة اتجاه مصدر الإذلال و التحقير. أما الثانية نجد التلاميذ كثيرون الغياب بـ 30.86% حيث أنهم في كل مرة يتغيبون بفعل الأحداث العنيفة التي تصدر عنهم داخل القسم أما مع أقرانهم من التلاميذ أو تجاه الأستاذ خوفا من العقاب، و هذا الهروب هو نتيجة الخوف و الفشل عدم تحمل مثل هذه المواقف التي تكون كابحة لكل استعداد يدفع بحسن المبادرة الفردية

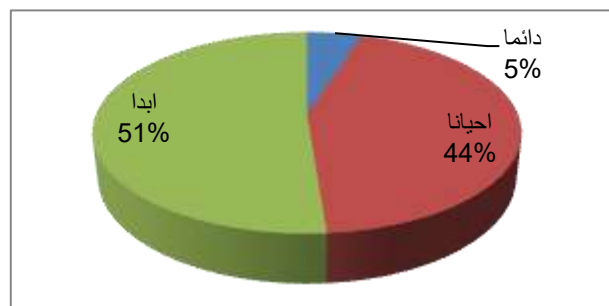
جدول رقم 13: يبين تقييم مشاركة التلاميذ في حالات العنف داخل القسم



الإجابات	التكرارات	%
عادية	39	24.08
متوسطة	72	44.44
سيئة	51	31.48
المجموع	162	100

إن مشاركة التلاميذ داخل الأقسام التي يسودها العنف تكون في نظر الأساتذة متوسطة تقدر حسب إجاباتهم بنسبة 44.44% في حين يؤكد 31.48% منهم أن المشاركة تكون سيئة، فجو القسم المتوتر لا يساعد على المتابعة و المشاركة، وحالة التوتر تخلق اضطرابا لدى التلميذ ويصبح حائرا في الواجهة التي يتخذها، و حالات الانفعال عادة ما تساعد على عدم التكيف مع مثل هذه المواقف

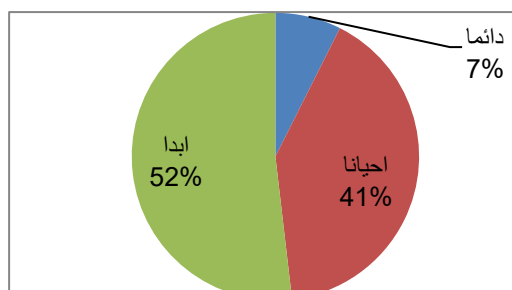
جدول رقم 14: يبين أثر حالات العنف داخل القسم



الإجابات	التكرارات	%
دائما	8	4.94
أحيانا	71	43.83
أبدا	83	51.23
المجموع	162	100

الظاهر من خلال نتائج الجدول هو أن نسبة 43.83% من الأساتذة يجمعون على تأثير أحيانا حالات العنف داخل القسم الدراسي على تقليص الزمن المخصص للحصة في حين يجد 4.94% منهم أن هذا يحصل دائما عند حدوث سلوكيات العنف. وفي كلتا الحالتين فإن حدوث العنف داخل القسم يساعد على ظهور سلوكيات توجه إلى حل النزاعات القائمة، وتوجيه كل الاهتمام إلى الموقف المولد للعنف على حساب الجانب البيداغوجي، ويتطلب وقف السلوكيات العنيفة الوقت والجهد معا للسيطرة على الموقف، ويقتطع من زمن الحصة البيداغوجية وبالتالي الإنقاص منها أو حتى أخذ كل الوقت لأنه يكون متناسبا مع حدة الموقف.

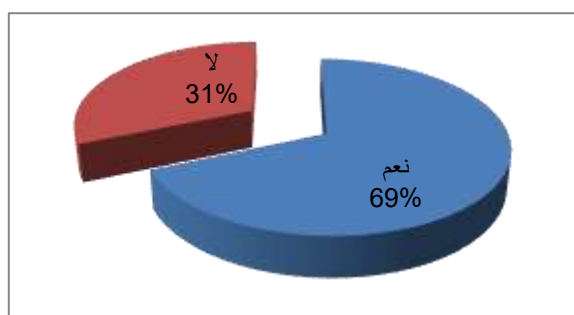
جدول رقم 15: يبين اللجوء إلى تأجيل الدرس بسبب العنف داخل القسم



الأجوبة	التكرارات	%
دائما	12	7.41
أحيانا	66	40.74
أبدا	84	51.85
المجموع	162	100

إنطلاقا من النتائج الموضحة في الجدول أعلاه يتبين أن 40.74% من عينة البحث يلجؤون أحيانا إلى تأجيل الدرس بسبب حالات العنف داخل القسم الدراسي وذلك بسبب ضعف الحوافز التي تدفع بالتلاميذ نحو الدرس وأيضاً بسبب الجو المشحون داخل الفصل الدراسي والذي لا يبعث عن توفير الإصغاء الجيد والاستقبال، وتراكم حصص التأجيل تؤثر حتماً على التوزيع العقلاني للزمن المخصص لكل درس. والوقت المخصص لكل درس يجب، حسب ما تقتضيه المتطلبات البيداغوجية أن يتناسب مع كمية المعلومات التي يحتوي عليها. وهكذا ينقص من وقت كل حصة على حساب كمية المعلومات المتضمنة له وعلى حساب ترتيب الأهداف البيداغوجية

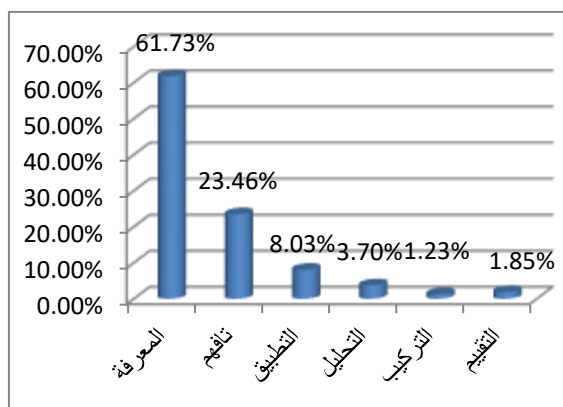
جدول رقم 16: يبين أثر حالات العنف داخل القسم على استعمال الوسائل البيداغوجية



الأجوبة	التكرارات	%
نعم	111	68.52
لا	51	31.48
المجموع	162	100

من خلال نتائج الجدول يتضح أن نسبة الأساتذة المجيبين 68.52% يتفقون على أن العنف داخل القسم الدراسي يؤثر على استعمال الوسائل البيداغوجية. في حين 31.48% ينفون ذلك. فاستعمال الوسائل البيداغوجية يتطلب وضوح الأهداف والتحكم في الاستعمال وكذا احترام مراحل استعمالها، وهذا لا يمكن للأستاذ أن يحافظ عليه في جو يسوده العنف، إضافة إلى ذلك، يضطر الأستاذ إلى التوقف عن مواصلة استعمال الوسيلة أو الانتقال غير المنظم في مراحل استعمالها وبالتالي عدم تحقيق ما تهدف إليه وتوصيل المعلومات المراد توصيلها.

جدول رقم 17: يبين ترتيب الأهداف البيداغوجية حسب شدة تأثرها بالعنف داخل القسم

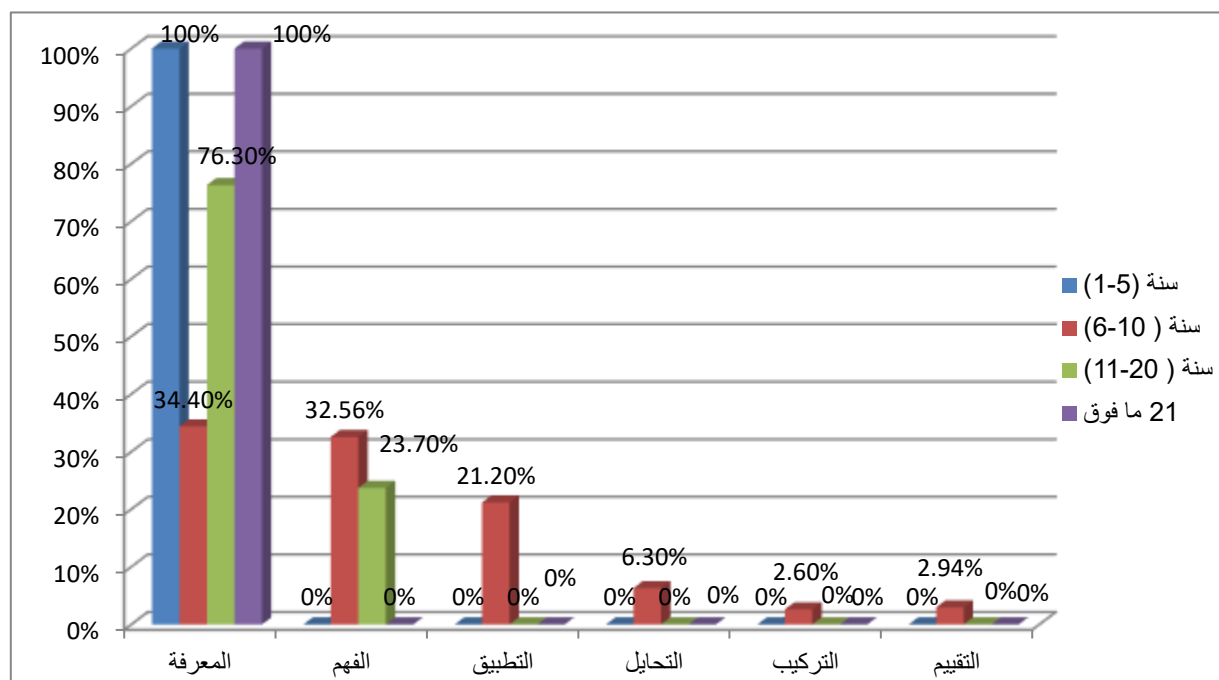


الأجوبة	التكرارات	%
المعرفة	100	61.73
الفهم	38	23.46
التطبيق	13	8.03
التحليل	6	3.7
التركيب	2	1.23
التقييم	3	1.85
المجموع	162	100

النتائج الموضحة في الجدول أعلاه تبرز أن هدف المعرفة احتل المرتبة الأولى وذلك بنسبة 61.73% يليه الفهم بنسبة 23.46% يأتي بعده التطبيق ثم التحليل فالتركيب وأخيرا التقييم بنسبة 1.85% في ترتيب الأساتذة للأهداف البيداغوجية الأكثر تأثرا بالعنف وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الجزئية الثالثة

جدول رقم 18: يبين الأقدمية المهنية للأساتذة و ترتيب الأهداف البيداغوجية حسب شدة تأثيرها

الأهداف المهنية	المعرفة	الفهم	التطبيق	التحليل	التركيب	التقييم	المجموع
1-5	100%	0	0	0	0	0	100
6-10	34.40%	32.56%	21.20%	6.30%	2.60%	2.94 %	100
11-20	76.30%	23.70%	0	0	0	0	100
21 فما فوق	100%	0	0	0	0	0	100



يتضح من خلال النتائج المسجلة في الجدول أن ترتيب الأهداف حسب الأقدمية المهنية للأساتذة والتي اتخذناها كمعيار ، أن ذوي الخبرة من 1-5 سنوات و 21 سنة فما فوق تتفق آراؤهم ، و يجمعون على أن هدف المعرفة هو الأكثر تأثرا بالعنف داخل القسم، باعتبار أن تجربتهم المهنية أثبتت لهم أن هذا الهدف أكثر تأثرا باعتباره يحتل القاعدة الهرمية للأهداف في صناعة بلوم و التي يعتمدونها في عملهم البيداغوجي ، و تأتي الأهداف الأخرى بنسب متفاوتة بين إجابات الأساتذة حسب الأقدمية (6-10) سنوات تتوزع بين التحليل 6.30% التركيب 2.60% التطبيق 21.20% و التقييم 2.94 % فيما جاء في إجابات ذوي أقد مية مهنية 11-20 سنة 23.70% للفهم و 76.30% بالنسبة للمعرفة

7. الخاتمة

عرضنا فيما سبق الأسس النظرية والإجرائية والمنهجية التي يقوم عليها العنف في الوسط المدرسي و عالجا تطور مفهوم العنف و البناء التاريخي له الذي تمتد جذوره إلى ثنايا التاريخ لتتجمع تفسيراته في كونه يرتكز على القوة و استخداماتها بغرض إلحاق الضرر بالآخرين ، و جاءت المقاربات

النظرية التي فسرت العنف من منطلقات فكرية مختلفة و ذلك حسب التوجهات الفكرية لأصحابها ،وتتأرجح بين أصحاب الفطرة وتأكيدهم على الطابع الغريزي للعنف في الإنسان ، و بين من يلغي كل أثر لما هو فطري و يعطي الأولوية لما هو مكتسب من البيئة .

و قد مر الفكر التربوي بمراحل تلونت فيه أساليب التربية بلون كل عصر و بنوع المعرفة فيه ، و هكذا تعددت النظريات بتعدد النظرة للطبيعة البشرية و للمجتمع و انعكست كلها في الواقع التربوي و اتخذت مرة القسوة و العنف عن طريق العقاب في تهذيب سلوكات المتعلمين مثلما نادى بها بعض العلماء أمثال^٨ توماس هوبس و آخرون ، و مرة أخرى تطلق العنان للحرية في التربية مثلما نادى بها جون جاك روسو و اتباعه و هذه التناقضات التربوية انعكست على المظاهر السلوكية و المعرفية للتلاميذ باعتبار أن المدرسة و البيت من البيئات الأكثر تأثيرا على المجرى النمائي للأطفال و على توجيه نموهم النفسي و الاجتماعي.

و لما كان العنف هو السلوك السائد تقريبا في البيئة الصفية بمدارسنا فقد أكدت دراسات سابقة أن الإحباط الذي يعيشه التلاميذ المراهقين من البيئتين الصفية والأسرية يساعد بشكل كبير في تجلي العنف داخل القسم الدراسي مابين التلاميذ أو بينهم وبين المعلم. و هذا يترجم في رأينا عدم تلبية حاجات المراهقين و تجاهلها و التظاهر بعدم إيلانها الاهتمام اللازم فهذه الأنماط من السلوكات ترسم نموذجا عدوانيا يصعب التغلب عليه . فالاضطرابات السلوكية التي تكون لها منطلقات نفسية و اجتماعية تشكل عاملا لا يستهان به في ظهور السلوك العنيف داخل القسم، فالتفكك الأسري عامل مدعم للعنف تضاف إليه المشاكل الاجتماعية و هذا ما يؤكد أهمية التربية الأسرية

والتي تكون في المقام الأول بالنسبة لتربية النشء ، فالعنف يبدأ من المنزل فيعيد تصنيعه إلى الشارع، ثم المدرسة التي تشكل نسقا مفتحا على أنساق أخرى خارجية. أما الجانب البيداغوجي فقد تأثر هو الآخر بالسلوكات العنيفة داخل الفصل الدراسي وتأثرت الأهداف البيداغوجية و التي يبنى عليها التعليم و التعلم، فقد جاءت النتائج لتؤكد تأثرها تدرجا في هرمية الأهداف المعرفية، و يحتل هدف المعرفة المرتبة الأولى من حيث شدة التأثير . و مهما تكن من نتائج توصل إليها البحث فإن ظاهرة العنف ما تزال تشكل هاجسا خطيرا بالنسبة للمجتمع ككل و المدرسة. و المؤكد أن العنف بأشكاله و أنواعه أصبح يتصدر الأحداث الإنسانية ، و يعبر عن إخفاق التربية والتعليم ، خاصة و أنه احتل الفضاء المدرسي و حتى الصفوف الدراسية و امتدت انعكاساته على الجوانب البيداغوجية و على الواقع التربوي في أشكال مختلفة ومتنوعة مست أنساق العلاقات الاجتماعية بين الأفراد و الجماعات و لا يكفي رصد أسبابه بل يحتاج إلى مقارنة نسقيه تحدد الروابط والعلاقات بين عناصره المؤثرة في الواقع التربوي و على الأهداف التربوية التي تشكل عماد التكوين و التعليم.

المراجع

- [1] جبلي، خالص، (1998) : سيكولوجية العنف و استراتيجية الحل السلمي، ط 1، لبنان دار الفكر المعاصر.
- [2] عمر التير، مصطفى (1998) : العنف العائلي ط 1، أكاديمية نايف العربية للعلوم الامنية، الرياض، مكتبة الملك فهد.
- [3] العيسوي عبد الرحمان (دون سنة) مبحث في الجريمة، دراسة في تفسير الجريمة و الوقاية منه، دار النهضة العربية.
- [4] ابو حطب فؤاد (1983) :مدخل علم النفس ط 2 ،السعودية ، دار المريخ.
- [5] احمد حويطي : (2003) العنف المدرسي، ورقة عمل مقدمة في الملتقى الدولي الاول للعنف و المجتمع، جامعة محمد خيضر، بسكرة.

Efficacité d'une pommade à base de *Butyrospermum parkii* et d'huile de *Elæis guineensis* sur la croissance pileaire chez des lapins

[Efficiency of an ointment based on *Butyrospermum parkii* and *Elæis guineensis* oil on rabbits hair growth]

Kporou Kouassi Elisée^{1,2}, Ouattara Sitapha², Guedji Yabo Parfait¹, Kra Adou Mathieu², and Djaman Allico Joseph^{2,3}

¹Department of Biochemistry and Microbiology, Unité de Recherche sur les substances Naturelles bioactives, Jean Lorougnon Guede University, Daloa, Côte d'Ivoire

²Biochemical Pharmacodynamics Laboratory, Felix Houphouët Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Medical and fundamental Biochemistry, Pasteur Institute, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was to develop an ointment of cosmetic interest in order to offer populations a hair product with local ingredients, a study of formulation and conditioning of the ointment was undertaken using oils of *Elæis guineensis* as active and of *Butyrospermum parkii* as an excipient. These two species are known in communities for their use in hair maintenance and growth. The formulation consisted of a mixture of these two oils in precise proportions to obtain a single homogeneous phase. The ointment obtained coded PKP was applied to male and female rabbits of the species *Oryctolagus cuniculus* previously shaved at the rate of two applications per day for 28 days. Hair growth was measured each two days. In addition, sterility, stability and skin tolerability were assessed. The PKP ointment obtained was moderately hard, homogeneous, with a very pleasant odor and a pH of 3.93. After 28 days of experimentation, the results showed that hair growth in male rabbits was greater with a maximum cumulative length of 21 mm. The ointment did not show any microbial contamination and it remained stable over time. PKP is an ointment that would stimulate hair growth and would be a very good alternative to fight against early hair loss.

KEYWORDS: Ointment, formulation, hair, vegetable oil.

RESUME: Dans le but de mettre au point une pommade d'intérêt cosmétique afin de proposer aux populations un produit capillaire avec des ingrédients locaux, une étude de formulation et de conditionnement de pommade a été entreprise à partir des huiles de *Elæis guineensis* comme actif et de *Butyrospermum parkii* comme excipient. Ces deux espèces sont connues en communautés pour leur utilisation dans l'entretien et la pousse des cheveux. La formulation a consisté en un mélange de ces deux huiles à des proportions précises pour obtenir une seule phase homogène. La pommade obtenue codée PKP a été appliquée sur les lapins mâles et femelles de l'espèce *Oryctolagus cuniculus* préalablement rasés en raison de deux applications par jour pendant 28 jours. La croissance pileaire a été mesurée chaque deux jours. En outre, la stérilité, la stabilité et la tolérabilité cutanée ont été évaluées. La pommade PKP obtenue est moyennement dure, homogène, avec une odeur très agréable et un pH de 3,93. Au bout des 28 jours d'expérimentation, les résultats ont montré que la croissance pileaire chez les lapins mâles a été plus importante avec une longueur cumulée maximale de 21 mm. La pommade n'a présenté aucune contamination microbienne et elle est restée stable dans le temps. PKP stimulerait la croissance pileaire et serait une très bonne alternative pour lutter contre la perte précoce des cheveux.

MOTS-CLEFS: Pommade, formulation, huile végétale.

1 INTRODUCTION

Les cheveux font partie de la pilosité humaine rencontrés sur le crâne. L'ensemble des cheveux ou chevelure constitue une barrière protectrice contre les agressions extérieures (chocs, rayons solaires, la pluie etc...) [1]. En plus de son caractère esthétique, la chevelure est un symbole de force et de virilité chez l'homme, de féminité et de séduction chez la femme [2]. Dans ces conditions, perdre ses cheveux est toujours source d'inquiétude, aussi bien pour les femmes que pour les hommes et surtout quand le problème débute précocement. Ainsi, de nombreuses personnes atteintes de la perte de cheveux cherchent à la masquer par tous les moyens tels que le port de perruque, de tissage, de chapeau d'autant plus que ces personnes ne bénéficient plus totalement de son action protectrice, mais aussi l'existence d'une souffrance psychologique et sociale. L'homme ne se sent plus virile et la femme de son côté se sentant laide, a le sentiment d'avoir perdu sa féminité. D'une manière générale, les conséquences de la perte des cheveux sont: la perte de l'estime de soi, la difficulté à supporter le regard des autres et le renfermement [1]. Cependant, il existe plusieurs solutions qui permettent de lutter contre la chute précoce des cheveux telles que la prise de certains comprimés, l'utilisation de lotions capillaires, la greffe capillaire et les pommades capillaires. En ce qui concerne les pommades, des auteurs ont formulé des pommades antimicrobiennes à base d'extraits de *Mitracarpus scaber* [3] et de *Bersama abyssinica* [4] pour lutter contre les affections cutanées. Toutefois, la littérature fournit peu de données sur des formulations à partir de ressources végétales ivoiriennes utilisées dans le traitement des cheveux. C'est dans ce contexte que l'espèce végétale *Elæis guineensis* connue pour son utilisation par les communautés ivoiriennes pour diverses applications cosmétiques incluant l'entretien des cheveux, a attiré notre attention [5]. Le présent travail a consisté en la formulation d'une pommade à partir de l'huile végétale de *Elæis guineensis* en vue d'évaluer son efficacité sur la croissance pileaire chez le lapin.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué d'amandes de *Elæis guineensis* (Arecaceae) récoltées à Daloa (Côte d'Ivoire) et de beurre de karité (*Butyrospermum parkii*) obtenu sur le marché de Korhogo (Côte d'Ivoire).

2.1.2 MATÉRIEL ANIMAL

Le matériel animal est constitué de huit (8) lapins de l'espèce *Oryctolagus cuniculus* (Leporidae), âgés de cinq (05) mois, ayant chacun un poids compris entre 1,5 et 1,8 kg. Ces lapins ont été fournis par l'animalerie de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (Côte d'Ivoire) et acclimatés pendant deux semaines dans des cages individuelles avant les tests.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 PRODUCTION DE L'HUILE DE PALMISTE

L'extraction a été faite selon la méthode décrite par [5]. Les noix de palmistes ont été récoltées, séchées et concassées. Puis, les amandes isolées ont été lavées et séchées. Une quantité de 1,5 kg de ces amandes a été torréfiée puis rendue en pâte. La pâte obtenue a été portée à ébullition à 100°C dans un volume de cinq litres (5 L) d'eau pendant 3 heures. Au bout de ce temps, l'huile commence par sortir des cellules de la pâte d'amande et flotter à la surface de l'eau. Celle-ci est récupérée dans des épandoirs gradués en vue d'en évaluer le volume.

2.2.2 FORMULATION DE LA POMMADE

La pommade a été formulée à base de l'huile végétale de *Elæis guineensis* (huile de palmiste) comme actif et du beurre de karité comme excipient. Pour la formulation, le beurre de karité a été préalablement fondu. Puis, les quantités d'huile de karité et d'huile de palmiste ont été ajustées de telle sorte à obtenir une phase homogène. Le mélange homogène obtenu est coulé directement dans des pots de 150 mL. Les pots sont alors laissés au repos à une température inférieure à 30°C jusqu'à solidification de leur contenu.

Formulation Pommade PKP: X% Beurre de karité + Y% huile de palmiste.

Les paramètres X et Y représentent les proportions de chacune des huiles végétales

2.2.3 EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE LA POMMADE PKP SUR LA CROISSANCE PILAIRE CHEZ LES LAPINS

Ce test a été réalisé sur un total de huit (08) lapins de l'espèce *Oryctolagus cuniculus*, constitués de 4 mâles et de 4 femelles. Ces lapins ont été répartis en 4 lots: 2 Lots expérimentaux dont Essai M (MEB 2 mâles) et Essai F (FEB 2 femelles) puis 2 lots témoins dont Témoin M (MT 2 mâles) et Témoin F (FT 2 femelles). Un jour avant les tests, tous les lapins ont été rasés sur une surface de 25 cm² au niveau du flanc gauche puis les parties rasées ont été couvertes d'une toile de gaze. Les pommades ont été appliquées selon la méthode décrite par Béné *et al.*, (2017) [4] uniquement sur les parties rasées des lots expérimentaux en raison de deux applications par jour (matin et soir). Tous les lapins ont eu un accès libre à l'eau et à la nourriture. La mesure de la croissance pilaire a été faite chaque 2 jours en triplicat selon la méthode adaptée de Rougeot et Thebault [6] pendant 28 Jours. A partir des mesures faites, des courbes de la croissance pilaire cumulée chez les lapins ont été construites. Toutes ces expériences ont été réalisées au sein de l'unité de recherche sur les substances naturelles bioactives selon les lignes directives du Comité National d'Ethique et de Recherche (CNER) du gouvernement de Cote d'Ivoire.

2.2.4 EVALUATION DE LA TOLÉRABILITÉ CUTANÉE DE LA POMMADE PKP

Cette évaluation a été faite selon l'échelle de Draize aux valeurs de l'indice de l'irritabilité primaire (IIP) aigüe sur deux (02) lapins (femelle et mâle). Pour ce faire, les flancs droit et gauche des lapins ont été rasés (environ 25 cm²) 24 heures avant l'expérience. L'application de la pommade a été faite sur le flanc droit et l'excipient a été appliqué sur le flanc gauche pour servir de témoin sur chaque lapin. L'ensemble est ensuite recouvert à l'aide de compresses stériles. La lecture s'est faite après 24 et 72 heures de l'application. L'évaluation de la réaction cutanée est obtenue par la somme de la valeur moyenne d'érythèmes et celle d'œdèmes avec IIP maximal égal à 8 [4; 7].

2.2.5 CONTRÔLE QUALITÉ DE LA POMMADE PKP

La couleur, l'odeur et la consistance au toucher de la pommade ont été déterminées par appréciation d'un panel de dix (10) personnes. La vérification de l'homogénéité s'est faite par une observation à l'œil nu après avoir étalé en couche mince la pommade sur une surface plane à l'aide d'une spatule. La répartition régulière ou non de l'huile dans l'excipient a été notée. Le pH de la pommade a été mesuré grâce au pH-mètre HANNA HI 8010.

2.2.6 CONTRÔLE DE LA STÉRILITÉ DE LA POMMADE PKP

Ce contrôle a été réalisé en vue de rechercher une éventuelle contamination microbienne de la pommade PKP. Pour ce faire, l'analyse microbiologique a été réalisée selon la méthode basée sur les procédures normalisées [8] à partir de trois (03) échantillons de la pommade PKP. Elle a consisté au dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (Milieu PCA), des coliformes totaux (milieu VRBL), des levures et moisissures (milieu Sabouraud) et des Streptocoques (milieu BEA).

Un ensemencement en surface a été réalisé pour chacun des milieux de culture. Pour ce faire, 0,1 mL de chaque échantillon de notre pommade est prélevé puis déposé aseptiquement à la surface de la gélose contenue dans chaque boîte de Pétri. Ensuite à l'aide d'un râtelier stérile, un étalement de l'inoculum à la surface de la gélose est réalisé. Les boîtes ont été incubées à 30°C à l'étuve puis observées après 24H pour les milieux BEA, PCA et VRBL et après 48H pour le milieu Sabouraud. Le nombre de microorganismes présents dans un échantillon de la pommade a été obtenu par la formule décrite par AFNOR [9]. Le nombre de germes par mL ou g d'échantillon a été calculé pour chaque germe recherché, puis comparé à la référence normative des critères microbiologiques des médicaments à base de plantes de la pharmacopée européenne [10].

2.2.7 CONTRÔLE DE LA STABILITÉ DE LA POMMADE PKP

Les études de stabilité ont consisté à suivre pendant 28 jours l'évolution de la couleur, de l'odeur, de la consistance et de l'homogénéité de 3 échantillons de la pommade PKP à diverses températures et sous les états: Fermé, Ouvert et Manipulé [11].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

- Rendement d'extraction et formulation de la pommade PKP

Le rendement d'extraction de l'huile de palmiste à partir de la méthode précédemment décrite a été évalué à 26% pour un volume de 430 mL à partir de 1,5 kg d'amandes de palmistes

La formulation retenue pour la pommade PKP a été la suivante X% de beurre de karité + Y % huile de palmiste. Les grandeurs X et Y sont exprimées en pourcentage. Pour des raisons de propriété intellectuelle, les proportions n'ont pas été indiquées.

- Efficacité de la pommade PKP sur la croissance pileaire chez les lapins

Après 28 jours d'expérimentation animale, les courbes obtenues ont présenté toutes une allure croissante avec des pentes plus ou moins fortes (Figure 1). De J₀ à J₂₈, la croissance pileaire augmente en fonction des jours chez tous les lapins. Toute fois, comparativement aux mâles témoins (MT), les mâles traités (ME) ont eu une croissance pileaire moyenne plus importante à partir de J₁₄ avec une maximale à J₂₈, de 21 mm contre 13 mm pour les mâles témoins (MT). Inversement chez les lapins femelles, la croissance pileaire a été plus importante chez le non traité (FT) avec une croissance cumulée maximale de 15 mm contre 9 mm pour le traité (FE) au J₂₈. Au regard de toutes les courbes, la croissance pileaire a été plus importante chez les mâles traités.

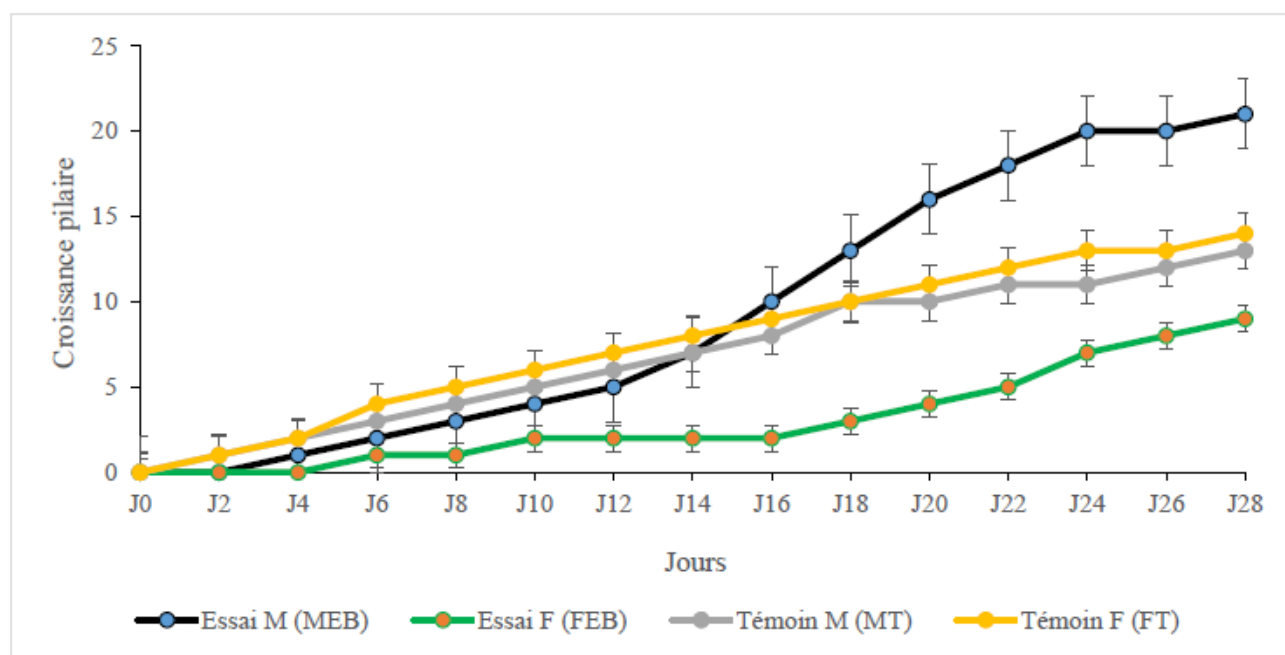


Fig. 1. Croissance pileaire cumulée de l'effet de la pommade PKP en fonction des jours

- Tolérance cutanée

Après 24 heures et 72 heures de l'application de la pommade et de l'excipient sur les flancs des lapins, l'Indice d'Irritation Primaire (IIP) calculé est nul.

- Qualité de la pommade

Les données de ce contrôle sont consignées dans le

Tableau 1. Données du contrôle qualité des pommades

Paramètres	Pommade PKP
Couleur	Jaunâtre
Odeur	Beurre de karité atténué
Consistance	Moyennement dur
Homogénéité	Bonne
pH	3,93

- Stérilité de la pommade PKP

L'analyse microbiologique réalisé sur les échantillons de la pommade PKP n'a montré aucune présence des germes recherchés à savoir levures et moisissures, Streptocoques, germes mésophiles et coliformes totaux.

- Stabilité de la pommade PKP

Au-delà d'une température supérieure à 30°C, la pommade PKP devient instable et commence à fondre. Les données relatives aux autres paramètres de la stabilité ont été consignées dans le Les observations réalisées à J₀, J₇, J₁₄ et J₂₈ sur PKP, laissée ouverte, hermétiquement fermée et manipulée ont montré que la couleur, l'odeur, la consistance et l'homogénéité sont restées inchangées.

Tableau 2. Stabilité des pommades PKP

Jours	Paramètres macroscopiques	PKP		
		Ouvert	Fermé	Manipulé
J ₀	Couleur	Jaunâtre		
	Odeur	Agréable		
	Consistance	Moyennement dur		
	Homogénéité	Bonne		
J ₇	Couleur	Jaunâtre		
	Odeur	Agréable		
	Consistance	Moyennement dur		
	Homogénéité	Bonne		
J ₁₄	Couleur	Jaunâtre		
	Odeur	Agréable		
	Consistance	Moyennement dur		
	Homogénéité	Bonne		
J ₂₈	Couleur	Jaunâtre		
	Odeur	Agréable		
	Consistance	Moyennement dur		
	Homogénéité	Bonne		

3.2 DISCUSSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité d'une pommade codifiée PKP formulée à base de *Elæis guineensis* comme actif et *Butyrospermum parkii* comme excipient sur la croissance pileaire chez des lapins. Le choix de ces espèces se justifie par leur utilisation par les communautés locales pour leurs différents besoins de bien-être, d'alimentation et d'esthétisme. En effet, le beurre des graines de *B. parkii* est connu en Afrique de l'Ouest singulièrement pour ses nombreux bienfaits en alimentation, en cosmétique et en thérapeutique [11; 12]. Quant à l'huile de *Elæis guineensis* connue sous le nom d'huile de palmiste, elle entre dans la préparation de plusieurs propositions cosmétiques et est largement utilisée localement pour renforcer l'éclat des cheveux [13; 14].

L'usage de la méthode d'extraction traditionnelle par ébullition prolongée [5] a permis d'extraire l'huile de palmiste avec un rendement de 26%. Ce rendement a été proche de celui obtenu par Mbouï *et al.*, (2003) à 25%, par le procédé de la calcination, qui donne une huile noire. Pour cette étude, le modèle animal a été les lapins car ils sont phylogénétiquement plus proches de l'homme et cela permet d'éviter de faire ces tests sur les hommes pour des raisons éthiques [15].

Au niveau du test d'efficacité, de façon générale, la pommade PKP a une action stimulante sur la croissance pilaire chez les lapins mâles alors que cet effet observé est moins perceptible chez les femelles. L'effet de cette pommade sur la croissance pilaire chez les lapins mâles s'expliquerait par la présence d'oméga 9 dans la composition de l'huile de palmiste [14]. Les oméga 9 sont des acides gras mono-insaturés qui auraient la capacité de renforcer la structure des poils et des cheveux et d'accélérer la circulation sanguine vers la racine pilaire, favorisant ainsi le transport de nutriments vers les poils et les cheveux pour les nourrir et booster leur croissance [14]. A cela s'ajoute la composition chimique particulière du beurre de karité (excipient) qui est réputé pour libérer facilement les éléments actifs des préparations dans lesquelles il est inclus [11; 16]. L'efficacité de cette pommade chez les lapins mâles pourrait suggérer qu'elles soient utilisées pour lutter contre la perte précoce des cheveux chez les hommes.

Le test de tolérabilité cutanée a indiqué une absence d'œdèmes et d'érythèmes chez les lapins. Cette tolérance cutanée chez les lapins indiquerait que la pommade PKP n'a pas été irritante pour la peau; ce qui s'expliquerait par le fait que le beurre de karité (excipient) n'a pas été agressif pour la peau, de même que l'huile de palmiste [5; 14].

Au niveau du contrôle de la qualité, la pommade PKP est homogène avec une odeur amoindrie du beurre de karité. Ces données suggèrent que les proportions X et Y retenues pour la formulation de la pommade ont été bien choisies. La mesure des pH a montré que la pommade a été acide avec une valeur de 3,93. Cette valeur suggère que la pommade PKP est compatible avec l'usage cosmétique puisqu'elle est proche de celle du pH de la peau, qui est généralement d'environ 4,5 [11; 17].

Le contrôle de la stérilité de la pommade a montré une absence des germes recherchés, ce qui peut s'expliquer par le respect des mesures d'hygiène adoptées lors de la formulation [18]. Aussi, PKP étant acide, cela limiterait la contamination et le développement des microorganismes, car la croissance de la plupart des micro-organismes est freinée lorsque le pH est inférieur à 4,2 [19].

Les tests de stabilité ont montré que la pommade PKP fondait à une température supérieure à 30°C, cela suggère que cette pommade soit conservée à l'abri de la chaleur [13; 12] en se référant à ses différents constituants. En outre, pour l'évolution dans le temps, les différents paramètres observés sont restés inchangés au cours des 28 jours d'observation des échantillons de pommade. Cette stabilité pourrait s'expliquer entre autres par le fait que la température ambiante était inférieure à 30°C [4]. Cette température aurait permis à la pommade de conserver toutes ses propriétés physico-chimiques.

4 CONCLUSION

Les espèces de *Elæis guineensis* et de *Butyrospermum parkii* ont permis de formuler une pommade qui stimulerait d'avantage la croissance pilaire chez les lapins mâles et ne serait pas irritante. Formulée selon les normes de Bonnes Pratiques de Fabrication des produits à base de plantes, Cette pommade bien homogène présentant également de très bonnes propriétés physico-chimiques, devrait être conservée à l'abri de la chaleur à une température inférieure à 30°C. L'efficacité de cette pommade suggérerait que son application pourrait être étendue à l'homme en vue de contribuer à lutter contre la chute précoce des cheveux. Pour ce faire, des études complémentaires incluant des méthodes d'amélioration de son activité contre certains germes responsables d'affections du cuir chevelure et d'essai clinique devraient être réalisées.

REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements sont adressés au service de l'animalerie de l'Université Jean Lorougnon de Daloa (Côte d'Ivoire) et aux membres de l'Unité de recherche sur les substances Naturelles Bioactives du Département de Biochimie et Microbiologie

REFERENCES

- [1] Mélanie L. R., Les conséquences de l'alopécie chez les femmes traitées par la chimiothérapie lors d'un cancer. Travail de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Infirmier d'Etat, Institut de Formation en Soins Infirmiers, Caen, France, 26 p, 2016.
- [2] Thomas D., L'alopécie chez les jeunes. Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie, UFR de Pharmacie de l'Université de Picardie Jules Verne, France, 96 p, 2015.
- [3] Sanogo R., Konipo A., Maiga A., Arama A. E., Diallo D. and Bougoudogo F., Formulation d'une pommade dermique à base d'extraits de *Mitracarpus scaber* (zucc). *Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, 14: 159-177, 2006.
- [4] Béné K., Camara D., Soumahoro I. A., Kanga Y., Zirihi G. N., Formulation galénique d'une pommade antimicrobienne à base d'un extrait hydroalcoolique de *Bersama abyssinica* Fresen. *Ethnopharmacologia*, no. 58: 61-69, 2017.
- [5] Ouattara H., Meite A., Dally T., Kati C. S., Étude des propriétés des fruits de trois *Arecaceae*: *Elaeis guineensis* Jacq., *Cocos nucifera* L., *Borassus flabellifer* Var. *Journal of Applied Biosciences*, 105: 10157-10169, 2016.
- [6] Rougeot J., Thebault R. G., Variations saisonnières de la composition et de la structure du pelage: exemple de la toison du lapin angora. *Annales de zootechnie*, 32 (3): 287-314, 1983.
- [7] Feryel D., Extraction et analyse de l'huile essentielle de cumin, formulation d'une pommade décongestionnante. Mémoire de Magister de chimie appliquée, Facultés des sciences de l'Université M'Hamed Bouguerre Boumerdes, Algérie, 148 p, 2005.
- [8] AFNOR, Microbiologie des aliments. Dénombrement des coliformes thermo-tolérants par comptage de colonies obtenues à 44°C, NF V 08 60, Paris, AFNOR, 2 p, 1996.
- [9] AFNOR, Microbiologie des aliments. Règle générale pour les examens microbiologiques, NF ISO 7218 / A1, Paris, AFNOR, 12 p, 2001.
- [10] Pharmacopée Européenne, Qualité microbiologique des préparations pharmaceutiques. pp 567-569, 2014.
- [11] Toé S. L. N. T. M., Essais de mises au point de formulation de crèmes et laits corporels à base du beurre de karité du Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Santé (UFR/SDS), Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 77 p, 2004.
- [12] Bertrand A., Bjelic L., (2003). Projet scientifique: Mise au point de l'extraction et du dosage de l'insaponifiable dans le beurre de karité et dans des échantillons archéologiques du Soudan. Lyon: CPE, 28 p, 2003.
- [13] Abalo A. S., Transformation traditionnelle et commercialisation de l'huile de palmiste, cas de la région maritime. Mémoire d'Ingénieur de l'Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, Togo. 80 p, 2005.
- [14] Mboui O. S. E., Huile de palmiste traditionnelle. Thèse de Doctorat en pharmacie de l'Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 93 p, 2003.
- [15] Kamanzi A. K., Plantes médicinales de Côte d'Ivoire: investigations phytochimiques guidées par des essais biologiques. Doctorat d'Etat des Sciences en Biologie Végétale, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 176 p, 2002.
- [16] Eyang E. M., Étude de la phytochimie et des activités antibactériennes et antifongiques de cinq plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel des dermatoses au Mali. Thèse de Doctorat de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie, Université de Bamako, Mali, 175 p, 2007.
- [17] Semdé R., Cours de pharmacie Galénique. Troisième année Pharmacie. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 35 p, 2003.
- [18] OMS (Organisation Mondiale de la Santé), Bonnes pratiques de fabrication des produits pharmaceutiques: grands principes. OMS, Série de Rapports techniques, N° 986, annexe 2: 55 p, 2014.
- [19] AFSCA (Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire), Guide d'autocontrôle pour la production et la vente de produits laitiers à la ferme. Dossier Nr: G-034, Version 1, 199 p, 2012.

Régénération *in vivo* par bouturage de fragments de tige de *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii* (Baill) Pierre Ex Heckel à Daloa, Côte d'Ivoire

[*In vivo* regeneration by cuttings of stem fragments of *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii* (Baill) Pierre Ex Heckel in Daloa, Côte d'Ivoire]

Sopie Edwige-salomé Yapo¹, Manéhonon Martine Beugre¹, Dogniméton Soro¹, Jean Paul Ahoua Romeo Koffi¹, Tanoh Hilaire Kouakou², and Yatty Justin Kouadio¹

¹Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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: *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii* is a highly prized forest species, used in the form of seasoning by the populations of Côte d'Ivoire. It is becoming rare due to the abusive exploitation of wood. Its ecological and agroforestry importance is attracting a lot of interest and makes its domestication a priority. The aim of this study is to evaluate the influence of the type of stem and of substrate for propagation by cuttings in regeneration of this forest species. To this end, 14 cm long softwood and semi-hardwood cuttings were taken from mature trees and planted in arable, urea and sawdust substrates. The topsoil gave the best growth recovery rate of 76.11% followed by the soil-urea substrate with 44.44% and the lowest rate was observed with the sawdust substrate with 18.89%. In addition, 81.11% of the semi-hardwood cuttings budded compared to 52.22% for the softwood cuttings. A total of 37.65% of plants survived. the semi-hardwood cuttings proved to be more efficient for the production of *Ricinodendron heudelotii* plants than the softwood cuttings which gave a very high mortality rate. Semi-hardwood cuttings would contain sufficient nutrient reserves for root development and growth recovery. This study proved that *in vivo* propagation by cuttings could be a real alternative to the regeneration of this woody species.

KEYWORDS: Cutting, Côte d'Ivoire, mortality, resumption of growth, *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii*, substrate.

RESUME: *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii* est une espèce forestière très prisée, utilisée dans l'alimentation sous la forme d'assaisonnement par les populations de Côte d'Ivoire. Il devient rare suite à l'exploitation abusive du bois. Son importance écologique et pour l'agroforesterie suscite beaucoup d'intérêt et fait de sa domestication une priorité. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence du type de tiges et de substrat de bouturage dans la régénération de cette essence forestière. Pour ce faire, de tiges aoutées et semi-aoutées de 14 cm ont été prélevées sur des arbres adultes et plantées dans les substrats terre arable, terre-urée et terre-sciure. La terre arable a donné le meilleur taux de reprise de croissance de 76,11 % suivi du substrat terre-urée avec 44,44 % et le plus faible taux a été observé avec le substrat terre-sciure avec 18,89 %. En outre, 81,11 % des boutures aoutées ont débourré contre 52,22 % pour les boutures semi-aoutées. Un total de 37,65 % de plants ont survécu. La bouture aoutée s'avère plus efficace pour la production de plants de *Ricinodendron heudelotii* contrairement à la bouture semi-aoutée qui a donné un taux de mortalité très élevé. La bouture aoutée contiendrait assez de réserves nutritives nécessaires au développement de racines et la reprise de croissance. Cette étude a prouvé que le bouturage *in vivo* pourrait constituer une alternative réelle à la régénération de cette espèce ligneuse.

MOTS-CLEFS: Bouture, Côte d'Ivoire, mortalité, reprise de croissance, *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii*, substrat.

1 INTRODUCTION

Ricinodendron Heudelotii (Baill) Pierre ex Heckel est un arbre à croissance rapide que l'on rencontre en Afrique occidentale et centrale. C'est un mésophanérophite de 30 m de hauteur et d'environ 4 m de circonférence dont les noisettes sont utilisées comme arôme et épaississant. C'est une espèce des forêts secondaires [1] présent actuellement dans les jachères, les champs de cultures vivrières, de rente et les jardins de case. La variété *heudelotii* est la plus rencontrée en Côte d'Ivoire dont le nom vernaculaire courant est « Apki ». C'est une plante très prisée par les populations. Au niveau nutritionnel, les amandes séchées sont une source de matière grasse (48,7%), de protéines (24%), de phosphore (1,7%), de potassium (0,8%), de calcium (0,2%) et de sucre (0,084%) [2]. Outre l'alimentation, de nombreuses parties de l'arbre sont recommandées pour leurs propriétés médicinales et esthétiques [3]. Au plan écologique et agronomique, il est intégré dans les systèmes agricoles pour son ombrage et sa capacité de fertilisation des sols par ses feuilles. Son système racinaire profond favorise une meilleure stabilité physique et évite la compétition avec les racines des plantes adjacentes, d'où un regain d'intérêt à l'endroit de cette essence pour l'agroforesterie [4]. Cependant, depuis le début du 20^e siècle, les écosystèmes naturels sont dégradés de façon radicale sous l'effet de la déforestation, l'agriculture et de l'urbanisation. En Côte d'Ivoire, le couvert végétal qui était de 16 millions d'hectares en 1960 est passé à moins de 2,5 millions [5]. L'exploitation forestière abusive a entraîné la raréfaction de *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii*. Vue son importance alimentaire, écologique et pour l'agroforesterie sa domestication est une priorité pour de nombreux pays. A cet effet, des études ont porté sur la régénération par graines [6] la régénération *in vitro* ([7], [8]), la régénération par greffage [4] et la régénération par bouturage [9]. Les résultats des travaux réalisés ont été d'une avancée notable pour la domestication de cette plante. Cependant, le bouturage semble être le mode de multiplication végétative le moins exploré. En plus, aucune étude impliquant les boutures aoutées et semi- aoutées d'arbres en production de *Ricinodendron heudelotii* ne semble avoir été effectuée. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence des types de boutures et du substrat pour renforcer le potentiel de régénération de plants en vue d'une éventuelle domestication effective de cette espèce en Côte d'Ivoire. Il s'agira d'évaluer l'effet de l'âge physiologique des boutures sur leur reprise de croissance et de comparer les différents substrats utilisés dans la reprise de croissance des boutures. Cette étude pourrait constituer une alternative réelle à la domestication de cette espèce ligneuse. Elle permettra de mettre à la disposition des paysans des plants pour encourager la culture de cette essence en vue d'améliorer leur bien-être.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'expérience a été conduite sur le site expérimental de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, situé entre 6°54'20 et 6°55'19 de latitude Nord et de 6°26'41 et 6°28'86 de longitude Ouest. Le climat est de type tropical. Au cours de la période d'étude de mars à mai, la zone a été caractérisée par une température moyenne de 30°C avec une pluviométrie comprise entre 104 et 272 mm de pluie par mois et une humidité atmosphérique moyenne de 77 %.

2.2 MATÉRIEL

2.2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué de boutures de *R. heudelotii* récoltées dans le village de zébra (sous-préfecture de Daloa) dans le mois de Mars 2019.

2.2.2 MATÉRIEL SUBSTRAT

Les substrats terre arabe, sciure de bois et urée ont été utilisés pour constituer les substrats d'ensemencement de cette étude.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 PRÉLÈVEMENT ET PRÉPARATION DES BOUTURES

Des tiges d'environ 3 cm de diamètre ont été prélevées sur un arbre adulte de *Ricinodendron heudelotii* var *heudelotii*. Chaque tige a été subdivisée en 2 parties dont la partie semi- aoutée qui est la partie en croissance caractérisée par le bois vert dans lequel la lignine n'est pas véritablement formée et la partie aoutée qui correspond au vieux bois de couleur marron dont

la lignine est bien formée. Un total de 540 boutures a été prélevé. Chaque bouture porte au moins un nœud et mesure 14 cm de long (**Figure 1**).



Fig. 1. Bouture aoutée (a) et bouture semi- aoutée (b) prélevées sur un arbre adulte de *Ricinodendron heudelotii* var. *heudelotii*

2.3.2 PRÉPARATION DES SUBSTRATS D'ENSEMENCEMENT

L'étude a concerné les 3 types de substrats d'ensemencement confectionnés que sont:

- Le substrat 1: uniquement la terre arable prélevée dans un ancien dépotoir d'ordure;
- Le substrat 2: la terre arable additionné de 2 g d'urée par bouture;
- Le substrat 3: la terre arabe mélangée à la sciure de bois rouge à la proposition 1: 1.

Les substrats ont été rempotés dans des sacs noirs en polyéthylène (25 x 14 cm) de pépinière remplie aux 3/4. Chaque différent substrat a ensuite été arrosé pendant 3 jours successifs afin de bien les humidifier avant l'ensemencement. L'urée est ajoutée après l'humidification.

2.3.3 MISE EN PLACE DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai a été conduit sous une ombrière selon un dispositif en split plot constitué de 3 blocs comportant chacun un type de substrat défini. Chaque bloc a été constitué de 2 sous blocs avec 30 sachets pour chaque type de boutures. La distance entre les blocs a été de 1 m et la distance entre les différents sous blocs a été de 50 cm. Après la mise en place du dispositif expérimental, les boutures ont été plantées en les enfonçant à une profondeur de 5 cm dans les substrats.

2.3.4 COLLECTE DES DONNÉES

Après la mise en culture des boutures, des observations ont été effectuées par intervalle de temps de 7 jours pendant 90 jours. Le nombre de boutures ayant développé une nouvelle tige feuillée a été déterminé ainsi que celui des boutures mortes. Au terme de l'essai, le taux de reprise de croissance (TR) a été calculé selon la formule suivante:

$$TR = \frac{\text{Nombre de boutures ayant débourré}}{\text{Nombre total de boutures}} \times 100$$

Le taux de mortalité (TM) a été calculé selon la formule suivante:

$$TM = \frac{\text{Nombre de boutures mortes}}{\text{Nombre total de bouture}} \times 100$$

Après 3 mois de culture, les boutures ont été déterrées afin d'évaluer le développement du système racinaire.

2.3.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont été soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. Cette analyse a consisté à tester l'effet des facteurs Substrat et Explant sur la reprise de croissance des boutures. Le dispositif est constitué de 6 traitements: 3 substrats (terre arabe, terre-sciure et terre-urée) $\times$ 2 types d'explants (semi-aoutées et aoutées). Aussi, le test de comparaison multiple de Newman-Keuls a été utilisé pour classer les différents traitements par groupe homogène lorsque l'analyse de variance a révélé une différence au niveau des traitements. Cette différence est affirmée lorsque la probabilité obtenue pour un facteur ou pour la combinaison des deux facteurs est inférieure à 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 INFLUENCE DU TYPE DE SUBSTRAT UTILISÉ SUR LA REPRISE DE CROISSANCE DES BOUTURES

Les différents substrats utilisés ont tous permis la reprise de croissance des différentes boutures semaine après semaine (**Figure 2**, **Figure 3**). Les observations ont montré que la reprise de croissance des boutures a débuté par la formation des bourgeons axillaires (**Figure 3a**), suivi du développement des pétioles et de l'apparition des jeunes feuilles (**Figure 3b**) et enfin par la formation des feuilles composées (**Figure 3c**). Le délai moyen de reprise des boutures a été de 6 jours avec un taux de 46,48 %. La figure 2 montre que le substrat terre a permis obtenir les meilleurs taux de reprise allant de 14,44 % à 76,11 % et les plus faibles taux ont été observés avec le substrat terre-sciure allant de 2,22 % à 18,89 %. L'analyse de variance a révélé que les différents substrats ont significativement influencé la reprise de croissance des boutures à $p < 0,05$.

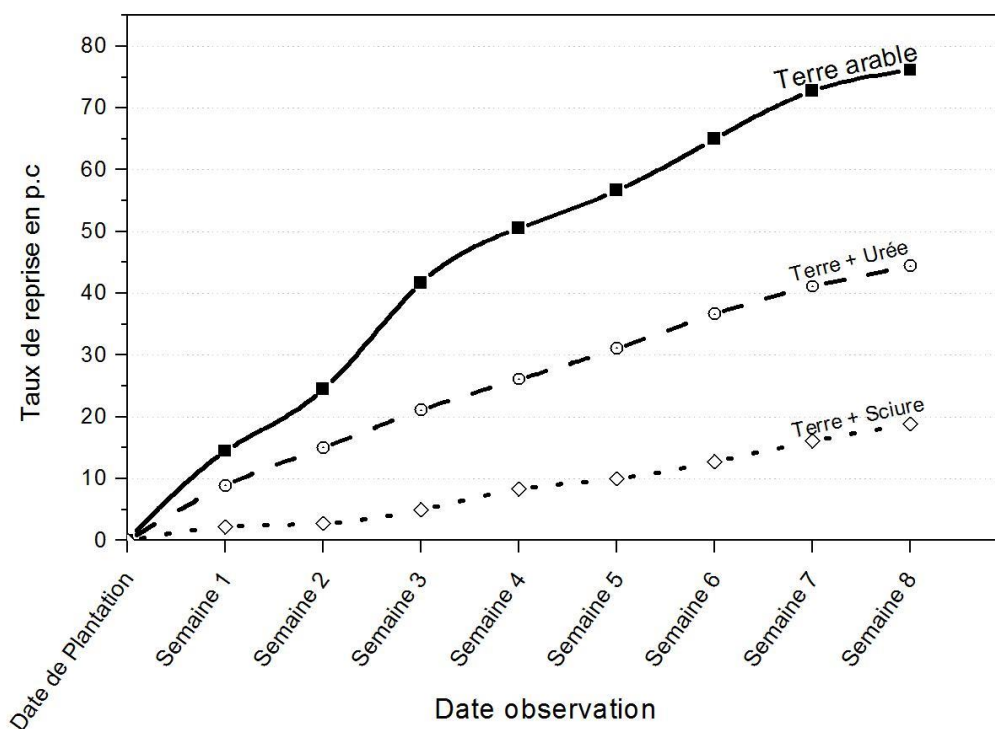


Fig. 2. Evolution du taux de reprise de croissance des boutures de *Ricinodendron heudelotii* au cours du temps



Fig. 3. Reprise de croissance des boutures de *Ricinodendron heudelotii*: a- Formation du bourgeon axillaire, b- Développement du pétiole et apparition des premières feuilles de la jeune tige, c- Formation des feuilles composées palmées disposées en spirale autour de la jeune tige

3.2 INFLUENCE DU TYPE DE BOUTURE SUR LA REPRISE DE CROISSANCE

Les observations sur la reprise de croissance des boutures sont consignées dans le Les résultats montrent que la reprise des boutures a varié avec le type de bouture. Les boutures semi-aoutées ont débourré plus rapidement que les boutures aoutées. Le délai moyen de reprise de croissance des boutures semi-aoutées a été de 6 jours tandis que celui des boutures aoutées a été de 7 jours. Au cours des semaines d'observation Se1 et Se2, le taux moyen de boutures semi-aoutées ayant débourré a été plus élevée que celui des boutures aoutées avec une moyenne de 30 % contre 22,22 %. Cependant, à partir de la Se3, un débourrement exponentiel progressif des boutures aoutées a été observé jusqu'à atteindre une moyenne optimale de 81,11 % contre 52,22% pour les boutures semi-aoutées. La reprise des boutures semi-aoutées a progressivement augmenté avec un rythme plus lent que celle des boutures aoutées et s'est stabilisée à partir de la semaine Se6. L'analyse de variance montre que le type de bouture utilisée a significativement influencé leur débourrement et la reprise globale en fin d'expérimentation à Se8 ($P = 0,004$).

Tableau 1. Effet du type de bouture sur le débourrement au cours du temps

Type de boutures	Se1	Se2	Se3	Se4	Se5	Se6	Se7	Se8
Boutures aoutées	11,11 ± 1,92b	22,22 ± 3,85b	35,56 ± 1,93a	46,67 ± 6,65a	50 ± 5,77a	56,67 ± 3,83a	81,11 ± 8,39a	81,11 ± 8,39a
Boutures semi-aoutées	21,11 ± 1,92a	30 ± 3,33b	33,34 ± 2,85a	37,78 ± 1,89a	45,57 ± 1,90a	52,22 ± 2,03a	52,22 ± 2,03a	52,22 ± 2,03a
P (0,05)	0,003	0,06	0,057	0,09	0,27	0,11	0,004	0,004

Se: semaine; dans une colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5%.

3.3 EFFET COMBINÉ DU TYPE DE BOUTURE ET DE SUBSTRAT SUR LA REPRISE DE CROISSANCE DES BOUTURES

Les résultats de l'interaction substrat et bouture sont consignés dans le Il indique que les boutures aoutées en présence des différents substrats ont donné les plus forts taux de reprise allant de 72,24 % à 21,15 % contrairement aux boutures semi-aoutées qui ont obtenues les plus faibles taux de reprise avec 44,43 % à 15,59 % de reprise. La comparaison des données sur les différents substrats indique une différence significative entre les taux de reprise des boutures ($p = 0,01$). On observe une interaction forte entre le substrat terre et les boutures aoutées et semi-aoutées avec un taux de reprise de croissance moyen de 72,24 % à 44,43 % respectivement contrairement à l'interaction faible entre le substrat terre-sciure et les boutures aoutées et semi-aoutées qui a donné respectivement de 21,15 % à 15,59 % de taux de reprise.

Tableau 2. Effet combiné des substrats et des boutures sur la reprise de croissance des boutures

Traitements	Terre arabe	Terre+urée	Terre+sciure	(P <0,05)
Boutures Aoutées	72,24±8,83a	51,14±4,71b	21,15±2,46c	0,01
Boutures Semi-aoutées	44,43±4,39a	28,89±6,48b	15,59±1,57c	0,01

Dans une même colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5 %.

3.4 INFLUENCE DU SUBSTRAT ET DU TYPE DE BOUTURES SUR LA MORTALITÉ DES BOUTURES

Les résultats de la mortalité des boutures sont consignés dans le L'analyse de variance a montré que les différents substrats utilisés ont eu une influence sur la mortalité des boutures ($p < 0,05$). Les taux de mortalité des boutures semi-aoutées ont été plus élevés que ceux des boutures aoutées sur tous les substrats utilisés. Les taux de mortalité les plus élevés ont été observés au niveau du substrat Terre-sciure de bois avec 95,56 % chez les boutures semi-aoutées et 76,67 % chez les boutures aoutées. Tandis que le substrat terre arable seule a induit les plus faibles taux de mortalité avec 54,42 % chez les boutures semi-aoutées et de 27,78 % chez les boutures aoutées. L'observation du système racinaire des boutures a révélé la formation de cals (**Figure 4a**) et de véritables racines (**Figure 4b**) au niveau des boutures ayant débouffées tandis que les boutures n'ayant pas débouffées sont en état de pourriture totale.

Tableau 3. Effet combiné du substrat et du type de bouture sur la mortalité des boutures

Traitements	Terre arabe	Terre+urée	Terre+sciure
Semi-aoutées	54,42 ± 11,02a	74,41 ± 16,10a	95,56 ± 15,27a
Aoutées	27,78 ± 3,38 b	47,78 ± 5,42b	76,67 ± 8,38b
P (<0,05)	0,03	0,01	0,003

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5 % dans une colonne.



Fig. 4. Enracinement des boutures: formation de cals (a) et de racines (b) chez certaines boutures ayant débouffées

Après 90 jours de bouturage, cette étude a permis de régénérer 37,65 % de plants prêts pour la culture de cette essence.

4 DISCUSSION

Tous les substrats utilisés dans cette étude ont permis la reprise de croissance des boutures. La terre arable a été le meilleur substrat pour le bouturage des tiges de *Ricinodendro heudelotii* avec un taux de reprise de croissance plus important, comparativement aux autres substrats. Ce résultat montre que les boutures utilisées seraient adaptées aux conditions physiques, chimiques et biologiques de ce substrat. En effet, la terre arable est un substrat poreux, léger et un pH convenable. Elle a une bonne capacité de rétention en eau et facilite en même temps une bonne circulation de l'eau et de l'oxygène à la base des boutures [10]. Ces facteurs affectent la respiration des tissus et la différenciation cellulaire à la base des boutures [11]. Comme les auteurs l'ont signifié, un sol frais et aéré est une condition sine qua non favorisant tous les modes de régénération [12].

La bouture semi-aoutée a donné un faible taux de reprise de croissance par rapport à la bouture aoutée. La bouture semi-aoutée présente d'énormes qualités de division cellulaire mais possède moins de réserves nutritives par rapport à la bouture aoutée. En effet, ces fragments semi-aoutés séparés de la tige mère, ne recevant plus de réserves nutritives, se dessèchent et meurent. Ces résultats sont en accord avec les travaux de [13] qui ont rapporté le dessèchement des segments de tiges dû à l'insuffisance des réserves nutritives nécessaires pour leur débourrement. Dans cette étude, la tige aoutée a été meilleure pour le bouturage de *Ricinodendron heudelotii*. Cependant, la reprise de croissance des boutures aoutées s'est faite progressivement sur une longue période comparativement à celle des boutures semi-aoutées qui a été plus rapide et dans un laps de temps. La différence de reprise de croissance observée suggère l'existence d'un gradient croissant de reprise de l'apex vers la base de la tige. Et, aussi elle indique que chez la bouture semi-aoutée, un débourrement précoce des bourgeons embryonnaires est produit suivis plus tard de leur dessiccation puis de la mort des boutures [14]. En effet, les boutures aoutées arriveraient à conserver pendant longtemps leurs éléments nutritifs pour la formation et l'ouverture des bourgeons alors que les boutures semi-aoutées perdent facilement leurs réserves nutritives. Notons que pour les fragments de tige ou de branche, la néoformation de pousses feuillées est suivie peu de temps après par la néoformation de nouvelles racines [12]. Nous observons que certaines boutures semi-aoutées ont produit des pousses feuillées adventives sans émettre des racines adventives, ce qui conduit à la mort de ces boutures.

Le taux de mortalité le plus élevé a été observé dans le substrat Terre-sciure en comparaison au substrat Terre arable qui a induit un faible taux de mortalité des boutures. Cette différence serait due à la sciure de bois qui est un substrat très difficile à digérer par les microorganismes à cause de la lignine rendant difficile la libération des minéraux nécessaires dans le milieu pour la germination des boutures comme l'ont rapporté [15]. En effet, la sciure de bois contiendrait des toxines et posséderait un pH acide ce qui ne favorise pas le développement des microorganismes responsables de la dégradation du bois. Cette mortalité pourrait aussi être due à la teneur en eau qui serait plus élevée au niveau de la sciure de bois entraînant l'inhibition de la diffusion de l'oxygène causant ainsi la mort des tissus par la réduction de l'absorption d'eau [16]. Cette mortalité accrue chez la bouture semi-aoutée pourrait s'expliquer par la perte précoce des réserves nutritives et de l'eau de celle-ci. Car, il est supposé qu'au niveau des boutures, une partie des facteurs physiologiques internes existant au sein de la plante entière sont rompues et remplacées par d'autres types de facteurs internes, qui orienteront la vie du fragment. En effet, la tige séparée de la plante mère ne reçoit plus l'eau et les éléments minéraux, nutritifs dont elle a besoin pour croître. Donc, pour maintenir ses réserves nutritives, la bouture doit demeurer en vie (turgescence) jusqu'à ce que les extrémités distales et proximales émettent des pousses feuillées ou racines afin de reconstituer un nouveau plant fonctionnel [12]. Cette mortalité accrue suggère aussi que la majorité des boutures n'ont pas réussi l'étape de la cicatrisation [13]. En effet, les cellules abîmées par la coupe forment une plaque nécrotique et les cellules conductrices du xylème se bouchent. Cela protège les blessures contre la dessiccation et les agents pathogènes. Ensuite, la plaque nécrotique formée entre en divisions et forme un périoderme cicatriciel et des cals [14]. Ces cals formés vont générer plus tard des racines. Comme, les boutures semi-aoutées perdent très rapidement leur état de turgescence ; les cals ne peuvent pas se former alors les boutures subissent la dessiccation et sont attaquées par des agents pathogènes ce qui a conduit à la mortalité de la majorité de ces boutures contrairement aux boutures aoutées où on a la formation de cals puis de racines. Ce résultat montre bien que plus un matériel végétal est physiologiquement juvénile, plus la formation de racine est facile. En effet, il est reconnu que la partie basale des plantes est chronologiquement la plus âgée, mais physiologiquement la plus jeune en raison de sa proximité avec le système racinaire. Ainsi, le niveau de réserve plus élevé dans la partie basale serait plus favorable à la formation de racines et expliquerait le faible taux de mortalité des boutures aoutées.

Au total, 37,65 % de boutures ont régénéré des plants prêts à être transférés au champ. Ce résultat est contraire à celui de [17] qui a obtenu 58,4 % plants avec un taux de reprise élevé chez les boutures semi-aoutées chez *Cola acuminata*. Ce faible taux de régénération serait lié au type de bouture, à l'âge de l'arbre-mère [17], au génotype [18], à la période de prélèvement des boutures et au changement de saison [19]. Les travaux de [14] ont indiqué qu'un matériel végétal ontogéniquement jeune

se bouturera mieux que des boutures prélevées sur des arbres murs. Dans le cadre de cette étude, les boutures utilisées proviennent des arbres matures. Donc, le stade de développement des boutures aurait réduit la viabilité des bourgeons en voie de débourrement et le développement des racines. Néanmoins, nos résultats sont encourageants et semblent proches de ceux de [9]. Il faut noter aussi que le génotype affecte la production et l'aptitude à la régénération de tous les types de boutures [18]. Les résultats obtenus montrent que le bouturage de *Ricinodendron heudelottii* à partir de fragments d'arbres matures est possible si la technique de bouturage est bien maîtrisée.

5 CONCLUSION

L'étude de l'influence des différents substrats sur la reprise de croissance des boutures utilisées a montré que le substrat terre arable a permis un meilleur taux de reprise des boutures contrairement au substrat terre-sciure de bois qui a donné les plus faibles taux de reprise de croissance. L'ajout d'urée n'a pas permis d'améliorer la reprise. Quant aux types de boutures, les boutures semi-aoutées ont induit un débourrement précoce par rapport aux boutures aoutées mais le taux de reprise de croissance des boutures aoutées s'est avéré beaucoup plus élevé que celui des boutures semi-aoutées. Le taux de mortalité le plus élevé a été induit par le substrat terre-sciure de bois suivi de la terre-urée contrairement au substrat terre uniquement qui a donné le plus faible taux de mortalité. La bouture aoutée s'avère plus efficace pour le bouturage de *Ricinodendron heudelottii* contrairement à la bouture semi-aoutée. Relativement aux résultats obtenus, il serait intéressant d'intensifier les recherches pour optimiser différents types de substrats, maîtriser la période optimale pour le prélèvement des boutures pour une disponibilité des substances de réserve et d'hormones nécessaire pour réussir ce mode de bouturage de *Ricinodendron heudelottii* afin de régénérer en masse pour mettre à la disposition des paysans des plants de qualités. Le bouturage est une technique simple et peu coûteuse qui peut être pratiquée par la population elle-même. Ainsi, la participation des populations pourrait pérenniser l'activité et assurer la multiplication et la domestication de l'espèce *Ricinodendron heudelottii*. Pour mieux réussir la multiplication végétative de cette essence, il serait important de réaliser des techniques de régénération qui répondent aux besoins des agriculteurs et de mettre au point des itinéraires techniques appropriés, afin que *Ricinodendron heudelottii* ait des chances de devenir un élément important et incontournable pour contribuer à rehausser le couvert végétal en Côte d'Ivoire. Bien qu'elle soit préliminaire, cette étude a prouvé que la multiplication végétative à partir des boutures d'arbres matures de *Ricinodendron heudelottii* var *heudelottii* pourrait constituer une alternative réelle à la domestication de cette espèce ligneuse.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le staff de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves pour avoir suscité des activités de recherches dans le domaine de la régénération et de la floraison dans notre institution sur 4 essences forestières en voie de disparition en Côte d'Ivoire.

REFERENCES

- [1] O. EYOG MATIG, O. NDOYE, J. KENGUE, A. AWONO, *Ricinodendron heudelottii* (Baill.) Pierre et Pax. In: Les fruitiers forestiers comestibles du Cameroun. eds. IPGRI, 87-89, 2006.
- [2] S. J. SAKI, K. MOSSO, T. B SÉA, K. J. DIOPOH, Détermination de quelques composants essentiels d'amandes de Akpi (*Ricinodendron heudelottii*) en Côte d'Ivoire, *Agronomie Africaine*, vol. 17, no. 1, pp. 137-142, 2005.
- [3] K. N'GUESSAN, K. BEUGRE, N. GUEDE, T. DOSSAHOUE, L. AKE-ASSI, Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte d'Ivoire), *Sciences & Nature*, vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2009.
- [4] F. J. DJEUGAP, L. BERNTER, D. DOSTALER, D. KHASA, D. A. FONTEM, D. NWAGA, Opportunités et contraintes agroforestières de *Ricinodendron heudelottii* au Cameroun, *International Journal of Biological and chemical Science*, vol. 7, no. 1, pp. 344-355, 2013.
- [5] K. TRAORE, Le couvert forestier en Côte d'Ivoire: une analyse critique de la situation de gestion des forêts (classées, parcs et réserves). *The International journal of social sciences and humanities invention*, vol. 5, no. 2, pp. 4387-4397, 2018.
- [6] N. M. T. KOUAME, G. M. GNAHOUE, A. MANGARA, Essais de germination de *Ricinodendron heudelottii* (Euphorbiaceae) dans la région du fromager au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 56, pp. 4133– 4141, 2012.
- [7] FOTSO, T. N DONFAGSITEI, M. DUCLAIRE, N. D. OMOKOLO, Régénération in vitro du *Ricinodendron heudelottii*, *Cahiers Agricultures*, vol. 16, no. 1, 31-36, 2007.

- [8] D. N. TCHINDA, M. J.C. H. MESSI, FOTSO, G. NZWEUNDJI, N. TSABANG, B. DONGMO, Improving propagation methods of *Ricinodendron heudelotii* Baill, from cuttings, South African journal of Botany, vol. 88, pp. 3-9, 2013.
- [9] P. N. SHIEMBO, A. C. NEWTON, R. R. B. LEAKEY, Vegetative propagation of *Ricinodendron heudelotii* (Baill) Pierre ex Pax, a West African fruit tree, Journal of Tropical Forest Science, vol. 9, no. 4, pp. 514-525, 1997.
- [10] P. M. MAPONGMETSEM, C. M. DJOUMESSI, T. M. YEMELE, G. FAWA, G. D. DOUMARA, T. J. B. NOUBISSIE, A. TIENTCHEU, Domestication de *Vitex doniana* Sweet (Verbenaceae) influence du type de substrat, de la stimulation hormonale, de la surface foliaire et de la position du nœud sur l'enracinement des boutures uni nodales, Journal of Agriculture and Environment for International Development, vol. 106, no. 1, pp. 23-45, 2012.
- [11] R. BELLEFONTAINE, Q. MEUNIER, A. ICHAOU, A. MORIN, P. M. MAPONGMETSEM, B. BELEM, La régénération par graines et par multiplication végétative à faible coût (drageons et boutures de segments de racines). CIRAD, Montpellier, p. 463, 2018.
- [12] A. AKOÛÈTHÈ, B. DAMIGOU, T. KOFFI, A. KOFFI, Contribution à la multiplication, par graines et par bouturage de segments de tiges et racines, de trois fruitiers spontanés de la région des savanes au Togo: *Haematostaphis barteri* Hook. F., *Lannea Microcarpa* Engl. & K. Krauss et *Sclerocarya Birrea* (A. Rich) Hochst, European Scientific Journal, vol. 10, no. 6, 195-211, 2014.
- [13] H. T. HARTMANN, D. E. KESTER, F. T. DAVIES., R. L. GENEVE, Plant propagation: Principles and Practices. Prentice Hall Int., INC., 6th ed., p. 770, 1997. <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/E5-2402-02.pdf>.
- [14] N. P. NGUEMA, A. S. ONDO-AZI, B. J. MOUELE., N.R. L. NTSAME, A. SOUZA, Effet de la composition de différents substrats culturaux sur quelques paramètres de croissance de *Gambeya lacourtiana* De Wild en pépinière au nord-est du Gabon, Journal of Applied Biosciences, vol. 73, 5902 – 5910, 2013.
- [15] A. PALULU, A. OKUNGO, M. BWANA, Bouturage de *Cola acuminata* (P. Beauv.) Schott & Endl.: Influence du substrat, de la longueur et de la surface foliaire sur l'enracinement de boutures à Kisangani, RD Congo. Journal of Applied Biosciences, vol. 123, pp. 12354-12362, 2018.
- [16] Z. J. B. BOSANZA., M. M. MONGEKE, T. G. KALOMBO, N. B. BEDI, D. R. DJOLU, N.-te-K. NGBOLUA, Données préliminaires sur le bouturage de *Cola acuminata* (P. Beauv) Schott & Endl. (Malvaceae) dans le Sud Ubangi (République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 31, no. 2, pp. 234-240, 2017.
- [17] N. STENVALL, Multiplication of hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) from cuttings. Academic Dissertation Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, the Finnish Society of Forest Science, 00170 Helsinki (Finland), (2006) p. 33, 2006. www.metla.fi/dissertationes.
- [18] F. M. AMOAH, Review of vegetative propagation of cacao (*Theobroma cacao* L.) by rooted cuttings 1. Physiological considerations, Ghana Journal of Agricultural Science, vol. 39, no. 2, pp. 209-216, 2006.

ابتكار مكملات ملابس للنساء باستخدام الألياف الضوئية

[Creating Women's Clothing Accessories by Using Optical Fibers]

Raghad Abdullah Al-Attiyah¹ and Olfat Shawki Mohamed Mansour¹⁻²

¹Fashion Design Department, College of Designs, Qassim University, Kingdom of Saudi Arabia

²Apparel Department, Faculty of Applied Arts, Helwan University, Egypt

Copyright © 2020 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 scientific and technological progress provided various optical materials. Optical materials are one of the modern innovations that resulted from high-tech technology. Optical materials and their types can enrich the modern fashion and artistic taste. Fashion engages with technological changes. Optical fibers are characterized by creativity and their ability to change clothing styles to meet the consumer needs, especially in the field of accessories. The current research aims to use the technology of optical fibers in creating women's clothing accessories suitable for the evening. The results of the research included creating of thirteen accessories (8 separate accessories - 5 associated accessories) for women's clothing in the age group (25-40 years), suitable for the evening by using Optical fibers, taking into account the harmony between optical materials and traditional materials in the lines of design and colors. Optical fibers (end emitting and side glowing optical fiber), added aesthetic values to the designs to integrate the fine art relationships between optical and traditional materials in the accessories designing. The acceptance degree of specialists was measured after building the questionnaire and ensuring its Validity and reliability. The statistical analysis of the questionnaire results indicates that the design of the sixth accessory achieved the highest quality factor in the aesthetic and functional axes as a whole by 90.88%, while the eleventh design in the last with a quality factor of 75.02%. The analysis of variance for the mean of axes evaluation of women's implemented clothing accessories using optical fibers according to the specialists' opinion indicates that the value of (F) was (0.501) which is a statistically significant value, which indicates that there are no differences between the axes of creative accessories for women's clothing accessories by using optical fibers.

KEYWORDS: Clothing accessories; optical fibres; associated accessories; separate accessories; modern materials.

ملخص: أتاح التقدم العلمي والتكنولوجي لعلوم الضوء خامات ضوئية متعددة، وتعد هذه الخامات من الابتكارات الحديثة الناتجة عن تكنولوجيا عالية التقنية، والتي قد يسهم تنوعها وإمكاناتها التشكيلية المختلفة في إثراء الأزياء الحديثة والتذوق الفني، حيث أن الأزياء كأحد مجالات الفنون ترتبط ومتغيرات العصر وعلى رأسها المتغيرات التكنولوجية. تتميز الألياف الضوئية بقدرتها على تغيير طرز الملابس بما يتوافق مع احتياجات المستهلك وتفتح مجالات أوسع للإبداع، خاصة في مجال المكملات. يهدف البحث الحالي إلى الاستفادة من تكنولوجيا الألياف الضوئية في ابتكار مكملات ملابس للنساء تصلح لفترة المساء والسهرة، وتوصلت نتائج البحث إلى ابتكار ثلاثة عشر مكملًا (8 مكملًا منفصلًا - 5 مكملًا متصلًا) لملاابس النساء في المرحلة العمرية (25-40 سنة) تصلح لفترة المساء والسهرة باستخدام الألياف الضوئية، روعي فيها التوافق والتناسق بين الألياف الضوئية والخامات التقليدية في خطوط التصميم واللون، استخدم في التنفيذ الألياف الضوئية بنوعها (الإضاءة في نهاية الألياف-الإضاءة على طول الألياف)، مما أضيف على التصميمات قيمة جمالية لتكامل العلاقات التشكيلية بين الخامات الضوئية والتقليدية في تصميمات المكملات. تم قياس درجة تقبل المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية بعد بناء الاستبانة والتأكد من صدقها وثباتها، واتضح من التحليل الإحصائي لنتائج الاستبانة أن تصميم المكمل السادس حقق أعلى معامل جودة في تحقيق الجانب الجمالي والوظيفي ككل بنسبة 90.88%، بينما جاء تصميم المكمل الحادي عشر في المرتبة الأخيرة بمعامل جودة 75.02%، كما اتضح من تحليل التباين لمتوسط محاور تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين إلى أن قيمة (F) كانت (0.501) وهي قيمة دالة إحصائية مما يدل على عدم وجود فروق بين محاور المكملات المبتكرة لملاابس النساء باستخدام الألياف الضوئية.

كلمات دلالية: مكملات الملابس؛ الألياف الضوئية؛ المكملات المتصلة؛ المكملات المنفصلة؛ الخامات الحديثة.

1. المقدمة

مكملات الملابس لها دور أساسي في استكمال المظهر الملبسي للمرأة، فهي ذات قيمة اقتصادية تعطي مزيداً من التألق وتبرز جمال الملبس مهما كان بسيطاً، فالعلاقة بين المكمل والملبس هي علاقة جزء وكل، فالمكمل جزء من الملبس والملبس جزء كلي من الجسم الذي يرتديه، والجسم جزء من المظهر الخارجي للفرد، فهما يتبادلان التأثير معاً فيؤثر كل منهما في الآخر (عبيد الخضير، 2016)، من أهم الخطوات للحصول على مكمل ناجح، إدراك مصمم الأزياء لنوعية الخامات المناسبة للتنفيذ. (سودة القباس، 2014، ص 35)، فلم تعد المكملات قاصرة على نوع معين، حيث أصبح مصمم الأزياء يبتكر ويبدع حتى يصل إلى غايته الفنية والجمالية والوظيفية من خلال الاستلham من مصادر جديدة لم يتناولها أحد من قبل. (رحاب حسان، 2014)، (أحمد حماد، 2005)

تدفع التكنولوجيا بمصمم الأزياء إلى التجديد والابتكار في خطوط الأزياء، والذي يبدأ بمحاولة توظيف خامات مستحدثة، ليست منتجة خصيصاً لمجال الأزياء بل قد تكون منتجة أساساً لتوظيفها في مجالات أخرى، ولكنه بعين الفنان وتصوراته المستقبلية لما يريد أن ينتجه من فن، قد يخلق له ذلك من المؤثرات ما يجعله قادراً على توظيف تلك الخامات في مجال الأزياء، فمصمم الأزياء المعاصر هو المصمم الفنان الذي يوظف التكنولوجيا في أداء فني معاصر ويجعلها قابلة للارتداء. (إيهاب أبو موسى، 2005، ص 46)، الخامات الضوئية القابلة للارتداء أصبحت أكثر شيوعاً، وصنعت مفاهيم جديدة للهوية البشرية، لأن الملابس تعمل كواجهة بين الجسم والعالم الخارجي، ولذلك فإن الخامات الضوئية القابلة للارتداء قدمت فرص واسعة لصنع ملابس مضيئة ومكملاتها بوظائف متعددة تلبى متطلبات وحاجات الجسم وتتكيف مع البيئة المحيطة. (Tao, X., 2005)

1.1. مشكلة البحث

أتاح التقدم العلمي والتكنولوجي في الناحيتين النظرية والتقنية لعلوم الضوء خامات ضوئية متعددة، وتعد هذه الخامات من الابتكارات الحديثة الناتجة عن تكنولوجيا عالية التقنية، والتي قد يسهم تنوعها وإمكاناتها التشكيلية المختلفة في إثراء الأزياء الحديثة والتذوق الفني، حيث أن الأزياء كأحد مجالات الفنون ترتبط ومتغيرات العصر وعلى رأسها المتغيرات التكنولوجية، مما دعا إلى محاولة تحقيق التكامل بين العلم والفن من خلال تناغم المكملات الملبسية والتكنولوجيا المضيئة، وإدخال التكنولوجيا لمجال تصميم المكملات والتي تؤكد على مبدأ (التكنولوجيا/التصميم).

1.2. أهمية البحث

- المساهمة في تطبيق تكنولوجيا الألياف الضوئية في مكملات الملابس، مما يجعل الابتكار الفني التصميمي مواكباً للتقدم العلمي.
- القاء الضوء على تقنيات لخامات جديدة ذات طبيعة خاصة في مجال مكملات الملابس النسائية.
- إبراز معطيات العلم والتكنولوجيا وتوظيفها في مجال تصميم مكملات الملابس.

1.3. أهداف البحث

- الاستفادة من الخامات الضوئية في تنفيذ مكملات ملابس النساء تصلح لفترة المساء والسهرة.

1.4. حدود البحث

- مكملات ملابس النساء (المتصلة، المنفصلة) المنفذة بالخامات الضوئية لفترة المساء والسهرة.
- النساء في المرحلة العمرية (25-40) سنة.

1.5. منهج البحث:

- يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي إلى جانب الدراسة التطبيقية.

2. أدبيات البحث

2.1. الألياف الضوئية OPTICAL FIBERS

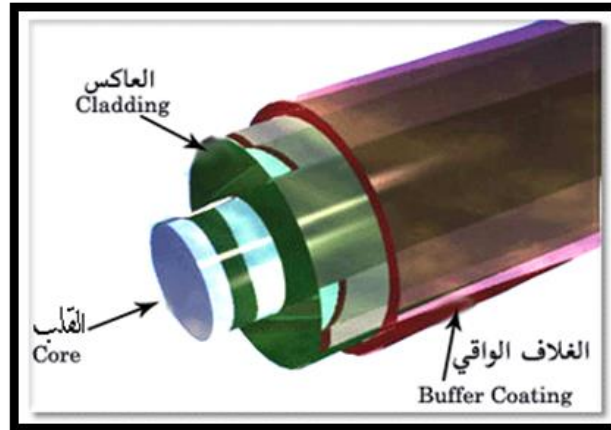
تصنع الألياف الضوئية من مواد عازلة ومختلفة، موجودة بكثرة في الرمل مما جعلها متواجدة وبسعر مناسب للجميع، وعدم تأثرها بالحث الكهرومغناطيسي أغنى عن وضع مواد عازلة لحمايتها. (نهاد محمد، 2018)

تمتاز الألياف الضوئية بتكنولوجيا عالية وحديثة، وسرعة انتقال الإشارات بسلاسة داخل الليف الضوئي، تصمم وتصنع الألياف الضوئية من سبائك زرنيخيد الغاليوم Gallium arsenide في الأشعة تحت الحمراء القريبة بين (0.8، 0.9 ميكرون)، مما أعطى ألياف ضوئية رفيعة ومرنة تستمر لعمر استهلاكي طويل وسعر منخفض التكلفة مما أتاح استخدامها في شتى المجالات. (Ackerman, D. & et al, 2002)

2.1.1. تركيب الألياف الضوئية

تتكون الألياف الضوئية من القلب والعاكس والغلاف محاطة بطلاء أولي وافي، شكل (1)، المادة الأساسية المستخدمة في صنع الألياف هي زجاج السيليكا في أنقى أشكاله بجودة ومواصفات عالية من حيث التوهين المنخفض والتكلفة الاقتصادية ويمكن زيادة معامل الانكسار من خلال إضافة عناصر منشطة للمركز مثل الفسفور Phosphorus، والجرمانيوم Germanium، والبيرون Boron، إلى السيليكا Silica أثناء التصنيع. (راي تريكر، 2011)

تنتقل الإشارات الضوئية في الألياف الضوئية خلال الليف الزجاجي الرفيع وذلك عن طريق الانعكاسات المتتالية للضوء والتي يحدثها العاكس (cladding) المحيط بالقلب الزجاجي (core)، والذي يعمل كمرآة عاكسة للضوء، والعاكس لا يمتص الضوء الساقط عليه بل يقوم بعكسه إلى الداخل. (حسان ريشة؛ وآخرون، 2013)



شكل (1) تركيب الألياف الضوئية

2.1.1.1. القلب CORE

القلب عبارة عن زجاج رفيع أسطواني ينتقل فيه الضوء ويصنع من السيليكا المطعّمة. (نهاد محمد، 2018)

2.1.1.2. العاكس CLADDING

العاكس هو مادة تحيط بالقلب الزجاجي وتعمل على حفظ الضوء في مركز الليف الضوئي مصنوع من السيليكا، ليكون معامل إنكسار القلب أكبر من معامل إنكسار الغلاف، لحصول ظاهرة الانعكاس التام الذي هو أساس توجيه الضوء في الألياف الضوئية. (ليلى فؤاد، 2007)

2.1.1.3. الغلاف الواقي BUFFER COATING

تعتمد مواصفات الغلاف الواقي على نوع الألياف، ويتغير نوع الزجاج المستخدم فيه حسب الاستخدامات، يتميز بمستوى عالي جداً من النقاوة لرفع الكفاءة والجودة من خلال تشكيل قضيب من الزجاج يطلق عليه مسمى (مسبق التشكيل Preconfigured) من خلال استخدام طريقة الترسيب بالبخار الكيميائي المعدل، تعرف باسم "السناج" Soot، ثم سحبه ليشكل الليفة ذات قلب أسطواني عازل مكسو بمادة ذات إنكسار قليل. (وحيد أحمد، 2010) (Patrin, G. & Arkhipkin, V., 2006)

2.1.2. مكونات النظام الليفي الضوئي:

- دوائر تشغيل تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية إلى تيار لتشغيل المنبع الضوئي.
- منبع ضوئي يقوم بإيصال الإشارة الضوئية إلى الليف الضوئي.
- القناة اللازمة لنقل الإشارات.
- كاشف ضوئي يقوم بتحويل الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربائية.
- مستقبل يقوم بتضخيم الإشارات من الكاشف ويرسله إلى المستخدم.
- موصلات لربط العناصر المختلفة لنظام الاتصالات الليفي الضوئي.
- تستخدم الألياف الضوئية كقنوات اتصال لنقل الضوء من مكان إلى آخر، عند دخول الضوء بزاوية معينة تحدث انعكاسات داخل الليف الضوئي حينما يكون معامل إنكسار القلب أكبر من معامل إنكسار العاكس. (محمد الحيدر، 2000)

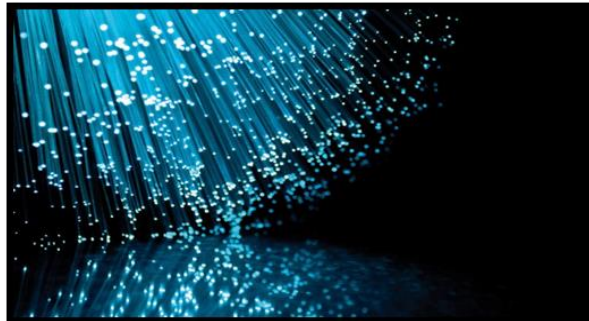
2.1.3. تقسيم أنواع الألياف الضوئية

تتنوع تقسيمات أنواع الألياف الضوئية، كما يلي:

2.1.3.1. تقسيم الألياف الضوئية حسب سريان الضوء

2.1.3.1.1. الألياف الضوئية - الضوء في نهاية الألياف

يتواجد الضوء في هذا النوع في نهاية الليفة الضوئية، شكل (2)، وهذا النوع من الألياف يشغل بالبطاريات التي يمكن تغييرها عند انتهاء عمرها الاستهلاكي، تضيء البطاريات من 8 إلى 12 ساعة، يمكن التحكم بالإضاءة بواسطة مفتاح فتح / غلق في صندوق البطارية.



شكل (2) الإضاءة في نهاية الليفة الضوئية

2.1.3.1.2. الألياف الضوئية- الإضاءة على امتداد الألياف

يتواجد الضوء على امتداد الليفة الضوئية، شكل (3)، يشغل بواسطة تيار كهربائي 110/220 فولت باستخدام محول صغير، يمتد عمرها الاستهلاكي إلى أكثر من 50000 ساعة. (Mansour, O. & Ibrahim R., 2018)



شكل (3) الإضاءة على طول الليفة الضوئية

2.1.3.2. تقسيم الألياف الضوئية تبعاً للمادة المصنعة منها

2.1.3.2.1. الألياف البلاستيكية PLASTIC OPTICAL FIBERS

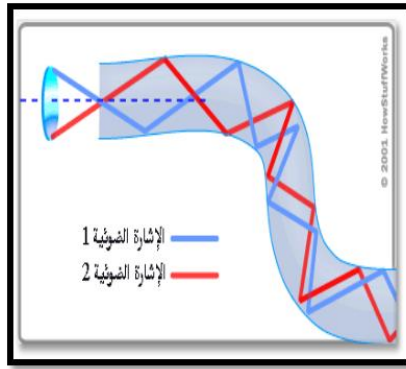
تصنع من البلاستيك، وتتميز الألياف الضوئية البلاستيكية برخص سعرها لأنها مصنوعة من البلاستيك مما يجعلها سهلة الاستخدام، الحجم الكبير نسبياً، البساطة والمرونة العالية.

2.1.3.2.2. الألياف الزجاجية GLASS OPTICAL FIBERS

تصنع من الزجاج النقي، كما يوجد ألياف ضوئية من الزجاج بينما يكون قلب الليفة من البلاستيك. (نهاد محمد، 2018)

2.1.3.3. تقسيم الألياف الضوئية تبعاً لأنماطها ومعامل الانكسار

يحدث الانكسار في الألياف الضوئية بسبب انتقال الضوء بسرعات مختلفة في الأوساط المختلفة عندما تنتقل الموجة من وسط ذو كثافة أقل إلى وسط ذو كثافة أعلى، تنكسر الموجة باتجاه طبيعي، شكل (4).



شكل (4) انكسار الضوء داخل الليف الضوئية

2.1.3.3.1 ألياف أحادية النمط SINGLE MODE FIBRES

تتميز الألياف أحادية النمط بنوعيتها الممتازة والعرض الكبير لنطاقها، وتستعمل للمسافات الطويلة وتصنع من مادة السليكا المطعّمة، لها القدرة على حمل سعة موجية عرضية تصل إلى 40 جيجا هرتز.

2.1.3.3.2 ألياف متعددة النمط INDEX FIBRES

الليف الضوئي متعدد النمط أو ذو الأنماط المتعددة بنوعيه الليف الضوئي بمعامل انكسار متدرج، والليف الضوئي بمعامل انكسار خطوي يمتاز بسرعة الانتشار وقوة التحمل، الفرق بين الليف متعدد النمط المتدرج والليف متعدد النمط الخطوي بالحجم النسبي والأداء الضوئي.

- ألياف متعددة النمط وبمعامل انكسار متدرج Multimode Graded Index Fibers

تبلغ أعلى قيمة للليف متعدد النمط بمعامل انكسار متدرج في مركز الليف بمعامل انكسار منخفض مما يؤدي إلى سرعة انتقال الضوء تصل إلى 1600 ميغاهرتز في الكيلومتر، يستخدم في الاتصالات المعلوماتية مثل الشبكات المحلية، يصنع هذا النوع من الألياف من الزجاج أو السليكا المطعّمة.

- ألياف متعددة النمط بمعامل انكسار خطوي Multimode step index fibers

الليف متعدد النمط بمعامل انكسار خطوي هو أبسط الألياف الضوئية، يتراوح سمكه ما بين 50 ميكرومتر إلى 1000 ميكرومتر بمعامل انكسار منتظم، يستخدم هذا النوع من الألياف في وصلات البيانات القصيرة، يصنع هذا النوع من الألياف الضوئية من عناصر مختلفة من الزجاج ومركباته أو من السليكا. (صلاح الدين سويس، 2007)، (محمد الحيدر، 2000)، (علاء القاضي، 2009)، (راي تريكر، 2011)

3. الدراسة التطبيقية

في ضوء ما تم عرضه في أدبيات البحث من دراسة لأنواع وخصائص الألياف الضوئية، تم اختيار الألياف الضوئية بنوعيتها (الإضاءة في نهاية الليف-الإضاءة على طول الليف) لمناسبتها من حيث سمك الألياف وكذلك مصدر الضوء للمكملات التي سيتم تنفيذها، وكذلك مناسبة خصائصها لخصائص المكملات (المنفصلة والمتصلة)، ومنها: 1- صغر سمك الليف الضوئية، 2- سرعة انتقال الإشارات الضوئية بسلاسة داخل الليف الضوئية، 3- عمر استهلاك طويل، 4- سعر تكلفة منخفض، 5- لا ترفع الحرارة في محيطها، 6- إمكانية تثبيتها في الملابس بسهولة.

تم تنفيذ ثلاثة عشر مكماً لملاابس النساء في المرحلة العمرية (25-40 سنة) تصلح لفترة المساء والسهرة باستخدام الألياف الضوئية، تنقسم إلى:

3.1. مكملات ملاابس النساء المنفصلة

تم تنفيذ عدد ثمان مكماً منفصلاً اتبع في التنفيذ الخطوات التالية:

- تحديد نوع المكمل الملبسي والغرض منه.
- وضع تصور للمكمل من خلال رسم اسكتش مبدئي Rough Sketch باستخدام برنامج الأديبي اليستراتور Adobe Illustrator.
- اختيار ما يتناسب من خامات تقليدية وضوئية وتقنيات التنفيذ المناسبة لبناء الشكل العام للمكمل بالخامات التقليدية، ثم ادخال الألياف الضوئية بالأسلوب المناسب مع مراعاة التوافق بين الخامات التقليدية والضوئية من حيث خطوط التصميم والألوان.
- التنفيذ وإخراج الشكل النهائي.

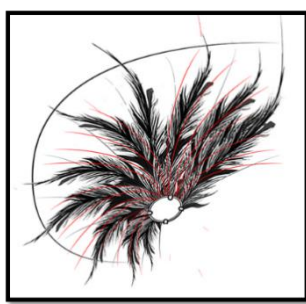
3.2. مكملات ملاابس النساء المتصلة

تم تنفيذ عدد خمس مكماً متصلاً اتبع في التنفيذ الخطوات التالية:

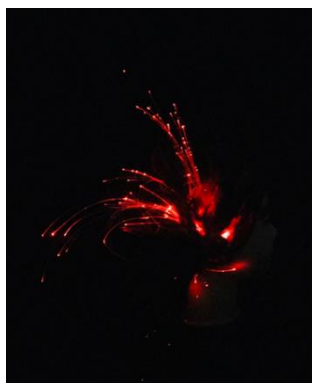
- تحديد نوع الملابس والمكمل والغرض منه.
 - اعداد الرسم المسطح للقطعة الملابسية والمكمل المتصل باستخدام برنامج أدوبي اليستراتور Adobe Illustrator مع مراعاة بساطة الخطوط البنائية للقطعة الملابسية حتى يكون المكمل هو العنصر الجاذب بالملبس.
 - اختيار ما يتناسب من خامات تقليدية لبناء الشكل العام للمكمل بالخامات التقليدية.
 - تنفيذ المكمل المتصل.
 - تنفيذ القطعة الملابسية وتثبيت المكمل.
 - ادخال الألياف الضوئية في المكمل المتصل بالأسلوب المناسب مع مراعاة التوافق بين الخامات التقليدية والضوئية من حيث خطوط التصميم والألوان.
- فيما يلي عرض للمكملات المنفصلة مع توضيح نوع المكمل والخامات المستخدمة في التنفيذ وأسلوب التنفيذ مع وصف المكمل، وكذلك عرض المكملات المتصلة مع توضيح نوع المكمل والخامات المستخدمة في التنفيذ وأسلوب التنفيذ للمكمل مع وصف المكمل وتوضيح مواصفات تنفيذ القطع الملابسية:



المكمل الأول في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الأول



المكمل الأول في الظلام



المكمل الأول في إضاءة خافتة

نوع / مسمى المكمل	مكمل منفصل / حلية للأذن
الخامات التقليدية المستخدمة	ريش - فصوص - سلك معدني
ألوان الخامات التقليدية	أحمر - أخضر - أزرق
الألياف الضوئية المستخدمة	الإضاءة في نهاية الليفة
ألوان الألياف الضوئية	أحمر
أسلوب التنفيذ	تم ترتيب الريش في شكل اشعاعي من نقطة مركزية وتثبيتته بالمادة الصمغية "مسدس الشمع" ثم تثبيت الفص في تلك النقطة المركزية، ثم تثبيت الألياف الضوئية بحيث تأخذ شكل اشعاعي في اتجاه معاكس لاتجاه الريش.

وصف المكمل

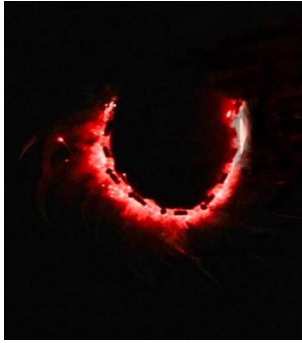
حلية للأذن تم تصميمها في شكل أشعاعي حيث مركز خطوط الاشعاع هو فص بيضاوي الشكل باللون الأحمر وينطلق منها ريش بشكل اشعاعي بأطوال متدرجة مكونة شكل دائري وتم تثبيت الألياف بحيث تؤكد على الشكل الأشعاعي للريش في الإتجاه المعاكس .



المكمل الثاني في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الثاني



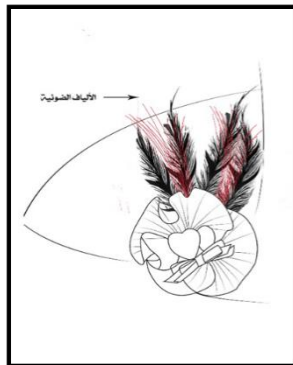
المكمل الثاني في الظلام



المكمل الثاني في إضاءة خافتة



المكمل الثالث في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الثالث



المكمل الثالث في الظلام



المكمل الثالث في إضاءة خافتة

مكمل منفصل / عقد للرقبة

نوع / مسمى
المكملريش - خرز - لؤلؤ - شريط ساتان رفيع - سلسلة
معدنية - خيط نايلون رفيعالخامات
التقليدية
المستخدمة

بيج - بني - أحمر داكن - أبيض

ألوان الخامات
التقليدية

الإضاءة في نهاية الليفة

الألياف الضوئية
المستخدمة

أحمر

ألوان الألياف
الضوئية

أسلوب التنفيذ

تم نظم الخرز مع اللؤلؤ بالتبادل لإعطاء الشكل الدائري المطلوب باستخدام الخيط النايلون الرفيع وتثبيتته في السلسلة بحلقاتها المعدنية وتثبيت الريش بشكل دائري على السلسلة، كما تم ادخال الألياف الضوئية بحلقات السلسلة وتم إضافة شريط الساتان لإعطاء شكل جمالي.

عقد تم تصميمه بشكل دائري ليأخذ شكل الرقبة، حيث تم تثبيت الخامات المستخدمة (الخرز واللؤلؤ) بشكل دائري على طول السلسلة المعدنية التي تعتبر الأساس الذي بُني عليه التصميم، وتم تثبيت الريش بحيث يخرج من حلقات السلسلة بشكل متعامد عليها ليكمل الشكل الدائري للعقد، وللتأكيد على الشكل الجمالي تم استخدام الألياف الضوئية بشكل دائري على طول السلسلة.

وصف المكمل

مكمل منفصل / بروش

نوع / مسمى
المكمل

ريش - فصوص - مشبك - تل - خيط نايلون

الخامات
التقليدية
المستخدمة

بيج - بني - أبيض

ألوان الخامات
التقليدية

ألياف ضوئية / الإضاءة في نهاية الليفة

الألياف الضوئية
المستخدمة

أحمر

ألوان الألياف
الضوئية

أسلوب التنفيذ

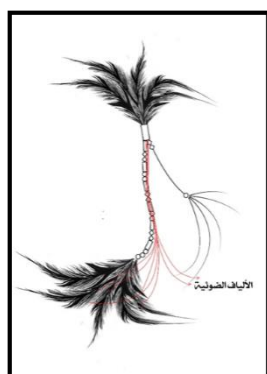
تم تشكيل قماش التل المقوى بشكل حلزوني ليعطي شكل الوردية وتثبيتته بالخيط النايلون ووضع فص كريستال على شكل قلب بمركز الوردية، ثم تثبيت الريش بالمادة الصمغية على محيط الوردية بحيث يأخذ شكل نصف دائرة، ثم تثبيت الألياف الضوئية بحيث تأخذ شكل اشعاعي مركزه الوهمي نقطة منتصف الدائرة باستخدام خيط النايلون.

بروش تم تصميمه ليأخذ شكل الوردية بتداخلاتها المتعددة، والتأكيد على شكلها باستخدام الفص الكريستال في مركزها وخطوط الريش على نصف محيطها، وكذلك استخدام الألياف الضوئية لتضفي اللمسة الجمالية الأخيرة وتؤكد على الشكل وتبرزه.

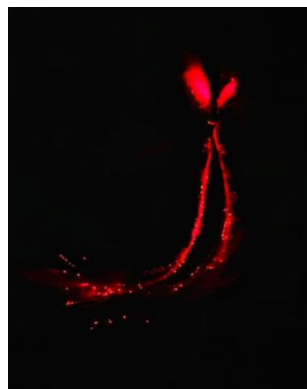
وصف المكمل



المكمل الرابع في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الرابع



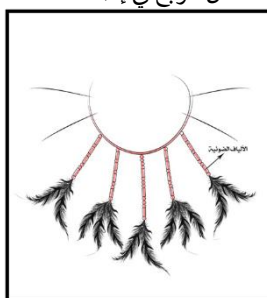
المكمل الرابع في الظلام



المكمل الرابع في إضاءة خافتة



المكمل الخامس في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الخامس



المكمل الخامس في الظلام



المكمل الخامس في إضاءة خافتة

نوع / مسمى المكمل

الخامات التقليدية المستخدمة

ألوان الخامات التقليدية

الألياف الضوئية المستخدمة

ألوان الألياف الضوئية

أسلوب التنفيذ

تم نظم الخرز واللؤلؤ في خيط النايلون باستخدام مجموعات متكررة تبادلية من الخرز الذهبي والأحمر واللؤلؤ باللون الأبيض حتى الطول المطلوب وتثبيت مجموعة من الريش بنهاية الخيط، ثم تكرار عمل نفس الخطوات السابقة لمجموعة أخرى أكثر طولاً، ثم تم تثبيت المجموعتين بمجموعة من الريش تمثل مركز التصميم الذي انسدل منه خطوط المكمل، ثم تثبيت الألياف الضوئية بمركز المكمل لتسندل بشكل اشعاعي مع أطوال الخرز والريش واللؤلؤ. توكة للشعر تم تصميمها بحيث يكون مركزها مثبت بالشعر وهو على شكل دائري من الريش منسدل منه خطوط منحنية من الخامات التقليدية (الخرز- اللؤلؤ-الريش) والخامات الضوئية بشكل متداخل.

وصف المكمل

نوع / مسمى المكمل

الخامات التقليدية المستخدمة

ألوان الخامات التقليدية

الألياف الضوئية المستخدمة

ألوان الألياف الضوئية

أسلوب التنفيذ

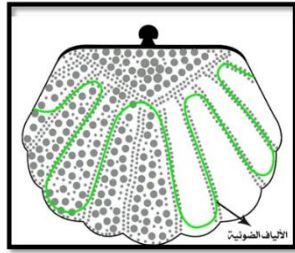
تم نظم الخرز واللؤلؤ في خيط النايلون باستخدام مجموعات متكررة من الخرز الذهبي واللؤلؤ باللون الأبيض، تم تثبيت الريش في نهاية الخيط ثم تكرار الخطوات السابقة في إعداد تسعة مجموعات بأطوال متنوعة مع تبادل لون الريش بها بين الأزرق والأحمر، ثم تثبيت التسع مجموعات بالسلسلة المعدنية على مسافات متساوية باستخدام الحلقات المعدنية، ثم تثبيت الألياف الضوئية داخل حلقات السلسلة المعدنية، ولف شريط ساتان باللون الأحمر حول السلسلة والألياف الضوئية.

وصف المكمل

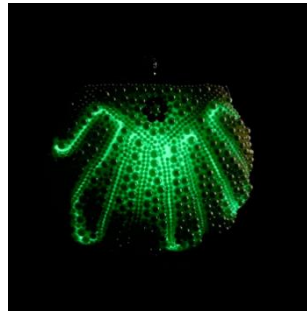
عقد دائري الشكل ينسدل منه تسعة مجموعات من الخرز واللؤلؤ والريش بشكل متبادل، تم تركيز وضع الألياف الضوئية داخل السلسلة المعدنية بالمكمل.



المكمل السادس في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ السادس



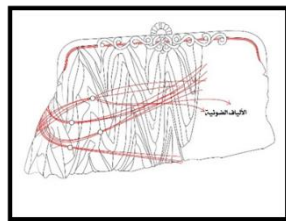
المكمل السادس في الظلام



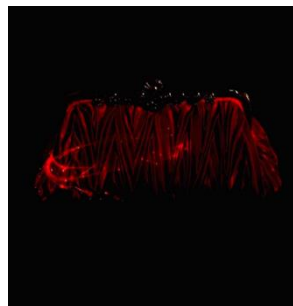
المكمل السادس في إضاءة خافتة



المكمل السابع في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ السابع



المكمل السابع في الظلام



المكمل السابع في إضاءة خافتة

مكمل منفصل / حقيبة سهرة

نوع / مسمى
المكملالخامات
التقليدية المستخدمة
لؤلؤ- كريستال - قماش ساتان أبيض-بطانة- خيط نايلونألوان الخامات
التقليدية
أبيض - فضيالألياف الضوئية المستخدمة
الإضاءة على امتداد الليفةألوان الألياف الضوئية
أخضر

أسلوب التنفيذ

تم ادخال الألياف الضوئية في الحقيبة في شكل خطوط منحنية لولبية بين خطوط اللؤلؤ المتكونة على امتداد الخط الخارجي للحقيبة وتثبيتها باستخدام الخيط النايلون في شكل غرز مفردة على مسافات متباعدة، تم وضع مركز إضاءة الألياف في الجيب الداخلي للحقيبة لسهولة إضاءة وإطفاء الألياف الضوئية.

وصف المكمل

حقيبة ذات شكل دائري من قماش الساتان الأبيض يتخذ الخط الخارجي لها شكل الفستونات مغطاة بحبات اللؤلؤ متنوعة الحجم باللون الأبيض ومقسمة من خلال حبات اللؤلؤ إلى مثلث في الجزء العلوي ثم أشكال مثلثة متدرجة الحجم قاعدتها أشكال الفستون على الخط الخارجي، ذات قفل معدني مزخرف بالكريستال وحلقة معدنية على شكل وردة مركزها حبة لؤلؤ ومزخرفة بالكريستال في منتصف المثلث العلوي.

مكمل منفصل / حقيبة سهرة

نوع / مسمى
المكملالخامات
التقليدية المستخدمة
قماش ساتان - قماش بطانة-لؤلؤ-خيط نايلون.ألوان الخامات
التقليدية
فضي - أحمرالألياف الضوئية المستخدمة
/ الإضاءة على امتداد الليفة - الإضاءة في نهاية الليفةألوان الألياف الضوئية
أحمر

أسلوب التنفيذ

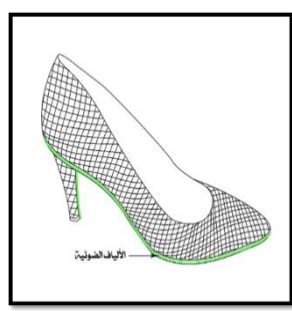
تم تثبيت الألياف الضوئية ذات الإضاءة على نهاية الألياف في بطانة الحقيبة وتمريها من جانب القفل الخاص بالحقيبة إلى الخارج وتثبيتها على السطح الخارجي للحقيبة في شكل خطوط إشعاعية باستخدام خيط النايلون في شكل غرز على مسافات متباعدة وتثبيت حبة من اللؤلؤ في كل غرزة، كما تم تثبيت الألياف الضوئية ذات الإضاءة الممتدة أسفل قفل الحقيبة من الأمام والخلف وتثبيتها باستخدام خيط النايلون في شكل غرز مفردة متباعدة.

وصف المكمل

حقيبة تأخذ الشكل شبه المنحرف منفذة بالقماش الساتان الذي تم طيه في شكل خطوط منكسرة متوالية متباينة الاتجاه وتثبيت الكسرات بالحرارة والضغط، لها قفل معدني، وتم تثبيت الألياف الضوئية بشكل إشعاعي على أحد جانبي الحقيبة.



المكمل الثامن في إضاءة عادية



اسكتش مبدئي للمكمل المنفذ الثامن



المكمل الثامن في الظلام



المكمل الثامن في إضاءة خافتة



المكمل التاسع في إضاءة خافتة



المكمل التاسع في إضاءة عادية



المكمل التاسع في الظلام



المكمل التاسع عن قرب في إضاءة خلفية خافتة

مكمل منفصل / حذاء

نوع / مسمى
المكمل

قماش ساتان- قماش شبكي- شريط ساتان

الخامات

التقليدية

المستخدمة

ألوان الخامات

التقليدية

الألياف الضوئية

المستخدمة

ألوان الألياف

الضوئية

أسلوب التنفيذ

تم ادخال الألياف الضوئية على محيط الحذاء من أسفل وتثبيتته باستخدام المادة الصمغية وتثبيت الجزء الخاص بالبطاريات أسفل الحذاء بجانب الكعب، ثم تم تثبيت القماش الشبكي على كامل الحذاء وتنظيف نهايات القماش باستخدام شريط من الساتان.

حذاء كلاسيكي بكعب مرتفع منفذ من قماش الساتان الفضي، تمتد الألياف الضوئية على محيط الحذاء من أسفل، يعلو قماش الحذاء قماش شبكي باللون الفضي.

وصف المكمل

مكمل متصل /كفة على الكولة ونهاية كم القميص

نوع / مسمى
المكمل

قماش تفتاه – دانتيل- خيط نايلون

الخامات

التقليدية

المستخدمة

ألوان الخامات

أبيض Off White

التقليدية

الألياف الضوئية

المستخدمة

ألوان الألياف

الضوئية

أسلوب التنفيذ

للمكمل

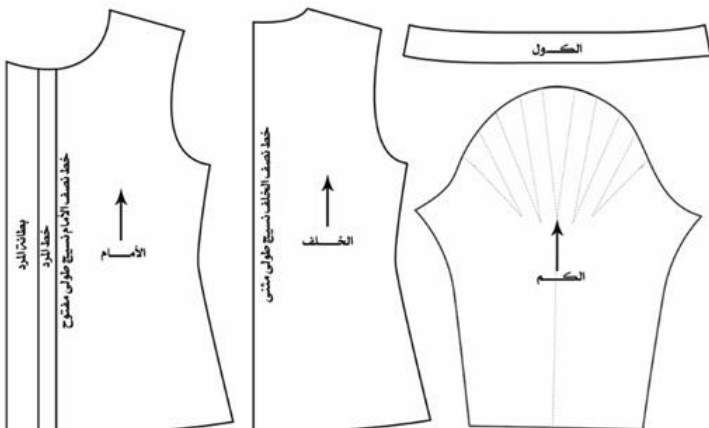
تم قص قماش الدانتيل على حدود الأشكال في مساحة مناسبة لنهاية كم القميص والكولة، تم تثبيت الألياف الضوئية باللون الأحمر على الكفة بنهاية كم القميص من الظهر بحيث تمتد من نهاية الكم في شكل أشعة، استخدم في التثبيت خيط النايلون باستخدام غرز مفردة متباعدة.

مكمل متصل من قماش الدانتيل تم القص حول الأشكال المطرزة بشكل ومساحة تتناسب مع الكولة ونهاية الكم، تم تثبيت الألياف الضوئية في كفة الكم.

وصف المكمل

قميص بكولة مرتفعة ومرد سحري وأكمام طويلة بكشكشة أعلى رأس الكم، ينسدل مستقيماً حتى خط الأرداف تقريباً، تم تركيب الكفة على الكولة ونهاية الكم وتثبيت الألياف الضوئية على كفة الكم.

وصف الملابس

مواصفات تنفيذ التصميم التاسع	
الرسم المسطح من الخلف	الرسم المسطح من الأمام
	
الخامات الأساسية: قماش تفتاه أبيض اللون (Off-white)	
الخامات المساعدة: الألياف الضوئية (الإضاءة في نهاية الليفة)-دانتيل منفذ بخيوط حريرية ذات لون أبيض -كباسين معدنية ذات لون فضي-خيوط بولي إستر أبيض اللون	
مفردات الباترون للتصميم المنفذ	
	



المكمل العاشر في إضاءة خافتة



المكمل العاشر في إضاءة عادية



التصميم العاشر من الخلف في إضاءة خلفية خافتة



المكمل العاشر من الأمام في الظلام

نوع / مسمى المكمل

المكمل

الخامات التقليدية المستخدمة

ألوان الخامات التقليدية

أحمر داكن

الألياف الضوئية المستخدمة

ألوان الألياف الضوئية

الإضاءة على نهاية الليفة

أسلوب التنفيذ للمكمل

أحمر

تم تثبيت الورود الصناعية بشكل متناسق بالخيط

النايلون على قصة صدر البلوزة، كما تم تثبيت الألياف

الضوئية بين الورود بطريقة مناسبة بحيث تخرج

الألياف من بين الورود في شكل خطوط إشعاعية في

اتجاهات متنوعة.

مكمل متصل من الورود الصناعية تم تثبيتها على قصة

الصدر الدائرية للبلوزة بشكل مناسب.

وصف المكمل

بلوزة بكولة مرتفعة مركب كورنيش صغير على

حدودها، وقصة صدر مستديرة من الأمام وتمتد

بشكل بيضاوي للخلف مركب على حدودها كورنيش

من نفس قماش البلوزة، وكم طويل متسع يضم بأسورة

مفتوحة تغلق بالعروة والزرار، تنسدل مستقيمة حتى

خط الأرداف تقريباً، تغلق بواسطة سحاب مخفي

وعروة وزرار مركب على خط منتصف الخلف.

وصف الملابس

بلوزة بكولة مرتفعة مركب كورنيش صغير على

حدودها، وقصة صدر مستديرة من الأمام وتمتد

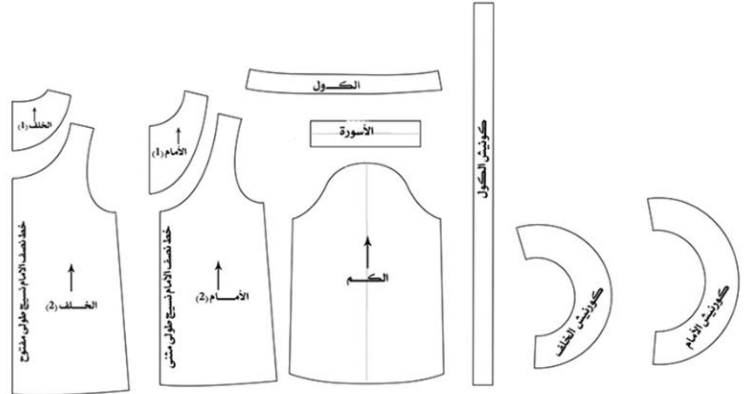
بشكل بيضاوي للخلف مركب على حدودها كورنيش

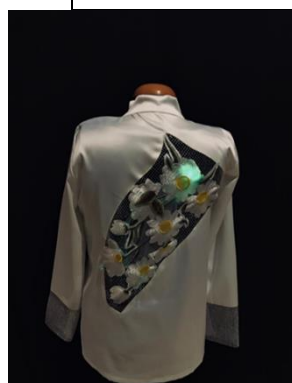
من نفس قماش البلوزة، وكم طويل متسع يضم بأسورة

مفتوحة تغلق بالعروة والزرار، تنسدل مستقيمة حتى

خط الأرداف تقريباً، تغلق بواسطة سحاب مخفي

وعروة وزرار مركب على خط منتصف الخلف.

مواصفات تنفيذ التصميم العاشر	
الرسم المسطح من الخلف	الرسم المسطح من الأمام
	
الخامات الأساسية: قماش تفتاه أحمر داكن	
الخامات المساعدة: الألياف الضوئية (الإضاءة في نهاية الليفة)-ورد صناعي أحمر اللون-سحاب مخفي أحمر اللون- أزرار دائرية بلاستيكية حمراء اللون-خيوط بولي إستر أحمر اللون	
مفردات الباترون للتصميم المنفذ	
	



المكمل الحادي عشر في إضاءة خافتة



المكمل الحادي عشر في إضاءة عادية



المكمل الحادي عشر من الخلف في الظلام



التصميم الحادي عشر من الأمام في إضاءة خافتة

نوع / مسمى المكمل

قمّاش متّصل / كلفة على شكل قصة بالظهر

قمّاش تفتاه - قمّاش تل - جيّير - خيوط نايلون

أبيض - Off White - فضي

الإضاءة على نهاية الليفة

أخضر

تم تحديد شكل القصة بظهر البلوزة وقص قمّاش التل الفضّي بنفس شكل القصة مع أخذ علامات القص والحياكة، ثم قص قمّاش الجيّر حول أشكال الورود التي يحتويها وتثبيتها على قمّاش التل بشكل متناسق باستخدام غرزة البطانية، وبعد الانتهاء من إعداد شكل الكلفة تم تثبيتها على ظهر البلوزة باستخدام ماكينة الحياكة المنزلية، ثم تم تثبيت الألياف الضوئية أسفل أشكال الورود بحيث تخرج منها في شكل خطوط اشعاعية باستخدام خيوط النايلون بغيرز مفردة.

كُلفة في شكل قصة ذات شكل حر، تتكون من قمّاش التل الفضّي مثبت عليها وردات الجيّر والألياف الضوئية.

بلوزة بفتحة رقبة مثلثة الشكل مثبت بها شريط من نفس قمّاش البلوزة ليتم ضمه في شكل فيونكة، بأكمام طويلة مركب بنهايتها قمّاش التل الفضّي، تنسدل بشكل مستقيم حتى خط الأرداف تقريباً، تحتوي على قصة من الخلف في شكل حر مثبت بها وردات الجيّر والألياف الضوئية.

الخامات التقليدية المستخدمة

ألوان الخامات التقليدية

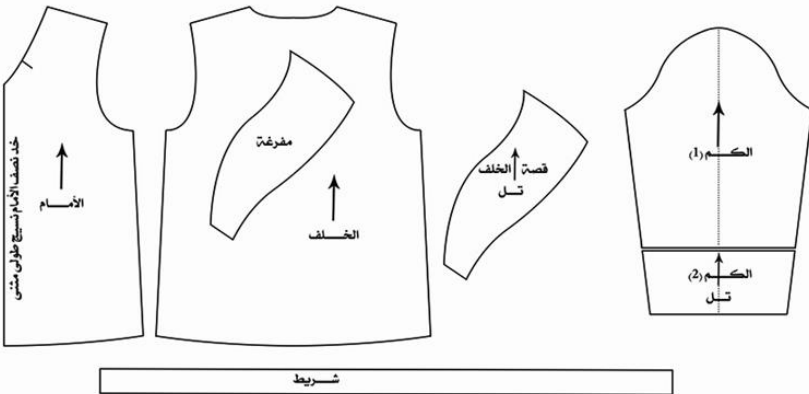
الألياف الضوئية المستخدمة

ألوان الألياف الضوئية

أسلوب التنفيذ للمكمل

وصف المكمل

وصف الملابس

مواصفات تنفيذ التصميم الحادي عشر	
الرسم المسطح من الخلف	الرسم المسطح من الأمام
	
الخامات الأساسية: قماش تفتاه أبيض-Off White الخامات المساعدة: الألياف الضوئية (الإضاءة في نهاية الليفة)- جبير منفذ بخيوط حريرية بلون أبيض، برتقالي، أخضر- تل منفذ بخيوط حريرية ذات لون فضي- خيط بولي إستر أبيض اللون.	
مفردات الباترون للتصميم المنفذ	
	



المكمل الثاني عشر في إضاءة خافتة



المكمل الثاني عشر في إضاءة عادية



المكمل الثاني عشر في الظلام



المكمل الثاني عشر عن قرب في إضاءة خافتة

مكمل متصل / كلفة على نهاية الكم

نوع / مسمى المكمل

قماش تفتاه - ركامة

الخامات

التقليدية

المستخدمة

أبيض-Off White

ألوان الخامات

التقليدية

الإضاءة على نهاية الليفة

الألياف الضوئية

المستخدمة

أحمر

ألوان الألياف

الضوئية

أسلوب التنفيذ

للمكمل

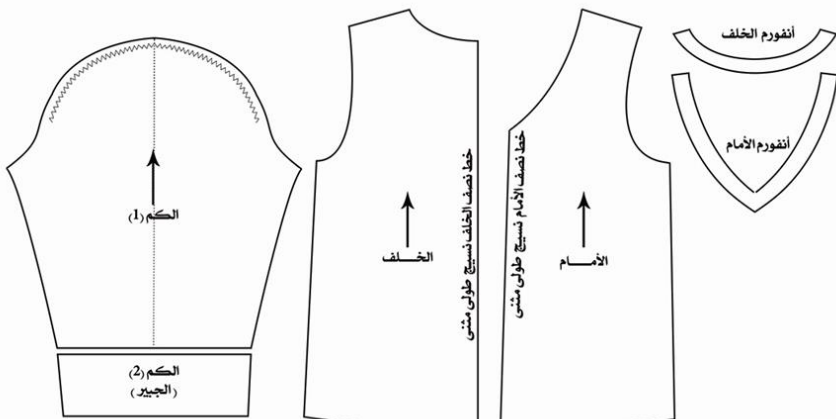
تم قص قماش الركامة في مساحة مناسبة لنهاية كم البلوزة، تم تثبيت الألياف الضوئية باللون الأحمر على الكلفة بنهاية كم البلوزة من الظهر بحيث تمتد من نهاية الكم في شكل أشعة، استخدم في التثبيت خيط النايلون باستخدام غرز مفردة متباعدة.

مكمل متصل من الركامة تم القص بمساحة تتناسب مع نهاية الكم، تم تثبيت الألياف الضوئية في كلفة الكم.

وصف المكمل

بلوزة بفتحة رقبة مثلثة الشكل وأكمام طويلة بكشكشة أعلى رأس الكم، تنسدل بشكل مستقيم حتى خط الأرداف تقريباً، تم تركيب الكلفة على نهاية الكم وتثبيت الألياف الضوئية على كلفة الكم.

وصف الملابس

مواصفات تنفيذ التصميم الثاني عشر	
الرسم المسطح من الخلف	الرسم المسطح من الأمام
	
الخامات الأساسية: قماش تفتاه أبيض-Off White	
الخامات المساعدة: الألياف الضوئية (الإضاءة في نهاية الليفة)- ركامة منفذة بخيوط حريرية ذات لون أبيض- خيط بولي إستر أبيض اللون.	
مفردات الباترون للتصميم المنفذ	
	

نوع / مسمى
المكمل

الخامات
التقليدية

المستخدمة

ألوان الخامات
التقليدية

الألياف الضوئية
المستخدمة

ألوان الألياف
الضوئية

أسلوب التنفيذ
للمكمل

وصف المكمل

وصف الملابس

مكمل متصل / كلفة على شكل قصة بظهر الفستان

قماش تفتاه- قماش تل - أبليلك - سحاب مخفي- خيط نايلون

أسود-أحمر-أخضر

الإضاءة على نهاية الليفة - الإضاءة على امتداد الليفة

أحمر

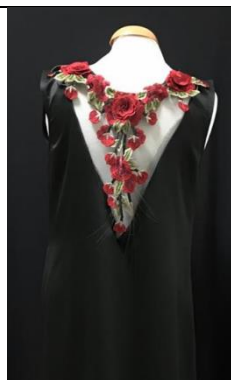
تم تحديد شكل القصة المثلثة الشكل بظهر الفستان وقص قماش التل بنفس شكل القصة مع أخذ علامات القص والحياكة، تم تثبيت الأبليلك على قماش التل باستخدام الحياكة بالماكينة، وبعد الانتهاء من إعداد شكل الكلفة تم تثبيتها على ظهر الفستان، ثم تم تثبيت الألياف الضوئية أسفل الأبليلك بحيث تخرج منه في شكل خطوط اشعاعية باستخدام خيط النايلون.

مكمل متصل على شكل قصة مثلث مقلوب من قماش التل، تم تثبيت الأبليلك على حردة الرقبة ثم يمتد للأسفل، تم تثبيت الألياف الضوئية على حردة الرقبة الخلفية وخط منتصف المثلث بحيث تأخذ شكل اشعاعي.

فستان بسيط بحردة رقبة أمامية وخلفية مستديرة وعميقة، بدون أكمام محبك على الجسم حتى خط الوسط ثم ينسدل باتساع إلى خط الذيل، به قصة خلفية مثلثة الشكل من قماش التل مضاف لها الأبليلك والخامات الضوئية.



المكمل الثالث عشر في إضاءة خافتة



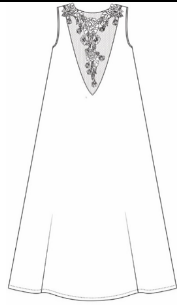
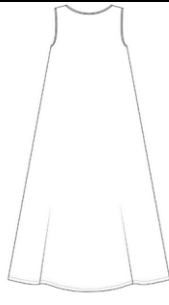
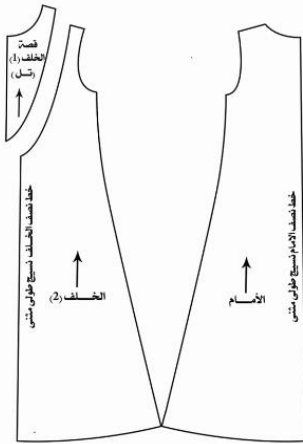
المكمل الثالث عشر في إضاءة عادية



المكمل الثالث عشر في الظلام



المكمل الثالث عشر عن قرب في إضاءة خافتة

مواصفات تنفيذ التصميم الثالث عشر	
الرسم المسطح من الخلف	الرسم المسطح من الأمام
	
الخامات الأساسية: قماش تفتاه أسود	
الخامات المساعدة: الألياف الضوئية (الإضاءة على امتداد ونهاية الليفة) - أبليلك منفذ بخيوط حريرية ذات لون أحمر وأخضر - تل منفذ بخيوط حريرية ذات لون فضي - سحاب مخفي أسود اللون - خيط بولي إستر أسود اللون.	
مفردات الباترون للتصميم المنفذ	
	

4. النتائج والمناقشة

تم قياس درجة تقبل المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية بتصميم استبانة (ملحق 1) والتأكد من صدقها وثباتها، ثم تم عرضها على مجموعة من المتخصصين في مجال الملابس والنسيج لقياس درجة تقبلهم لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية، بلغ عدد المتخصصين (15) من أعضاء هيئة التدريس، تم حساب مجموع تقييمات المتخصصين لتصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الألياف الضوئية، وذلك في تحقيق الجانب الجمالي كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (1): تقييمات المتخصصين لتصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي

التصميم (1)	التصميم (2)	التصميم (3)	التصميم (4)	التصميم (5)	التصميم (6)	التصميم (7)	التصميم (8)	التصميم (9)	التصميم (10)	التصميم (11)	التصميم (12)	التصميم (13)
61	58	62	66	64	71	64	60	57	57	55	63	69
69	58	59	66	66	67	63	60	59	55	53	60	66
69	58	59	64	63	68	64	59	58	55	56	60	66
66	58	60	66	63	66	65	59	60	55	66	56	67
69	60	61	60	64	67	62	57	55	59	57	58	67
69	59	60	63	62	68	64	62	59	58	56	56	65
63	59	61	61	61	65	64	63	60	56	56	62	64
67	58	61	64	61	69	63	61	59	60	56	60	65
68	59	58	65	61	66	63	63	62	58	54	61	66

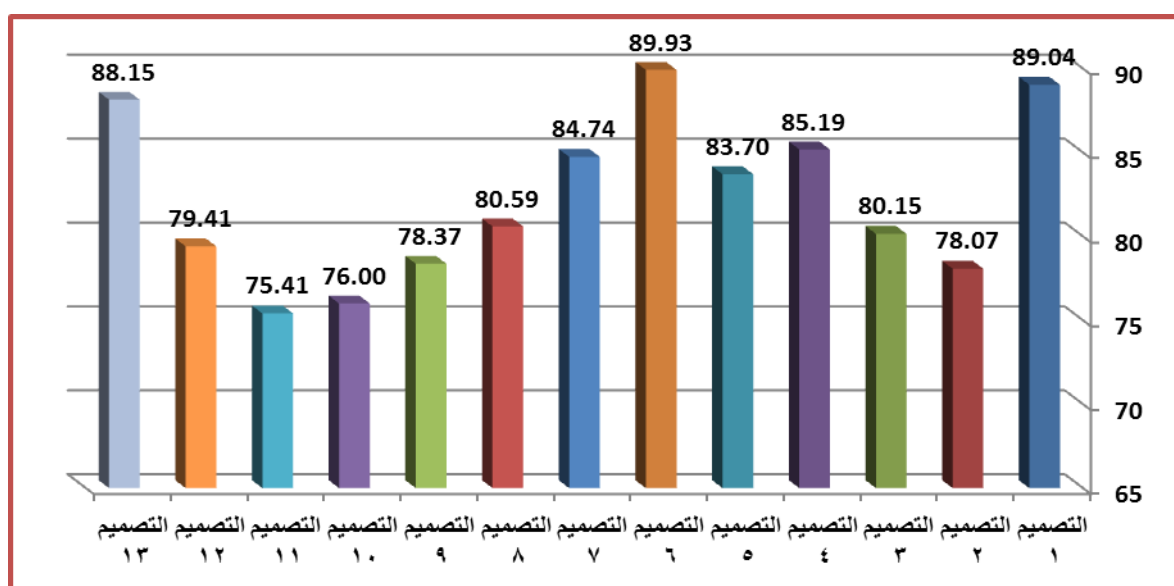
جدول (2): تحليل التباين لمتوسط تقييم المتخصصين لتصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الألياف الضوئية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	الدالة
بين المجموعات	1469.658	12	122.472	28.263	.000
داخل المجموعات	450.667	104	4.333		
الكل	1920.325	116			

تشير نتائج جدول (2) إلى أن قيمة (ف) كانت (28.263) وهي قيمة دالة إحصائية، مما يدل على وجود فروق بين تصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي وفقاً لآراء المتخصصين، والجدول التالي يوضح المتوسطات ومعامل جودة تصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الخامات الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي وفقاً لآراء المتخصصين.

جدول (3): المتوسطات ومعامل الجودة لتقييم المتخصصين لتصميمات مكملات الملابس المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي

التصميمات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الجودة	ترتيب التصميمات
التصميم 1	66.78	2.95	89.04	2
التصميم 2	58.56	0.73	78.07	11
التصميم 3	60.11	1.27	80.15	8
التصميم 4	63.89	2.20	85.19	4
التصميم 5	62.78	1.72	83.70	6
التصميم 6	67.44	1.81	89.93	1
التصميم 7	63.56	0.88	84.74	5
التصميم 8	60.44	2.01	80.59	7
التصميم 9	58.78	1.99	78.37	10
التصميم 10	57.00	1.87	76.00	12
التصميم 11	56.56	3.75	75.41	13
التصميم 12	59.56	2.46	79.41	9
التصميم 13	66.11	1.45	88.15	3



شكل (5) معامل الجودة لتقييم المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي

من الجدول (3) والشكل (5) يتضح أن:

أفضل تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الجمالي هي (التصميم رقم 6) بمعامل جودة 89.83%، وأقل التصميمات المقترحة من استخدام تكنولوجيا الألياف الضوئية لابتكار مكملات ملابس للنساء في تحقيق الجانب الجمالي هي (التصميم رقم 11) بمعامل جودة 75.41%، وهو يمثل معامل جودة مرتفع.

تم حساب مجموع تقييمات المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي، كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (4) تقييمات المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي

البند	التصميم (1)	التصميم (2)	التصميم (3)	التصميم (4)	التصميم (5)	التصميم (6)	التصميم (7)	التصميم (8)	التصميم (9)	التصميم (10)	التصميم (11)	التصميم (12)	التصميم (13)
بند 1	62	60	59	64	63	70	64	66	57	58	56	62	66
بند 2	62	60	60	65	60	70	65	63	55	60	57	60	64
بند 3	68	60	61	67	61	70	67	64	61	57	55	61	64
بند 4	68	61	60	65	61	70	64	60	61	59	56	61	65
بند 5	68	61	60	63	60	70	64	62	60	57	56	60	64
بند 6 أ	69	61	61	64	61	68	64	64	59	57	66	62	65
بند 6 ب	67	61	60	66	62	67	64	59	60	54	51	60	63
بند 6 ج	66	61	62	64	57	68	63	62	61	57	55	59	64
بند 7	64	59	56	66	62	66	60	61	58	58	55	61	63
بند 8	68	61	61	65	61	69	65	63	60	59	57	63	66

تم حساب تحليل التباين لمتوسط تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي وفقاً لآراء المتخصصين وجدول (5) يوضح ذلك:

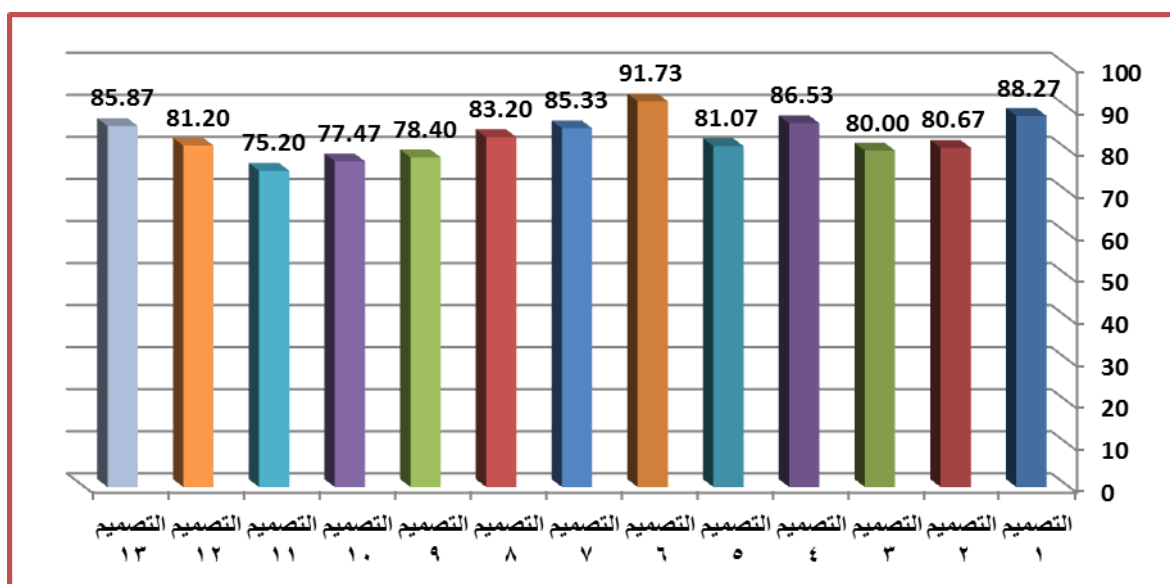
جدول (5): تحليل التباين لمتوسط تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي وفقاً لآراء المتخصصين

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	الدالة
بين المجموعات	1479.169	12	123.264	32.718	.000
داخل المجموعات	440.800	117	3.768		
الكل	1919.969	129			

تشير نتائج جدول (5) إلى أن قيمة (ف) كانت (32.718) وهي قيمة دالة إحصائية، مما يدل على وجود فروق بين تحليل التباين لمتوسط تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي وفقاً لآراء المتخصصين والجدول التالي يوضح المتوسطات ومعامل جودة تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي وفقاً لآراء المتخصصين.

جدول (6): المتوسطات ومعامل الجودة لتقييم المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي

التصميمات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الجودة	ترتيب التصميمات
التصميم 1	66.20	2.62	88.27	2
التصميم 2	60.50	0.71	80.67	9
التصميم 3	60.00	1.63	80.00	10
التصميم 4	64.90	1.20	86.53	3
التصميم 5	60.80	1.62	81.07	8
التصميم 6	68.80	1.48	91.73	1
التصميم 7	64.00	1.76	85.33	5
التصميم 8	62.40	2.07	83.20	6
التصميم 9	58.80	1.99	78.40	11
التصميم 10	58.10	2.13	77.47	12
التصميم 11	56.40	3.78	75.20	13
التصميم 12	60.90	1.20	81.20	7
التصميم 13	64.40	1.07	85.87	4



شكل (6) معامِل الجودة لتقييم المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي

من الجدول (6) والشكل (6) يتضح أن:

أفضل التصميمات لمكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق الجانب الوظيفي هي (التصميم رقم 6) بمعامل جودة 91.73%، وأقل التصميمات المقترحة من استخدام تكنولوجيا الخامات لابتكار مكملات ملابس للنساء في تحقيق الجانب الوظيفي هي (التصميم رقم 11) بمعامل جودة 75.20%، وهو يمثل معامل جودة مرتفع.

تم حساب تحليل التباين لمتوسط تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) وفقاً لآراء المتخصصين وجدول (7) يوضح ذلك:

جدول (7): تحليل التباين لمتوسط تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) وفقاً لآراء المتخصصين:

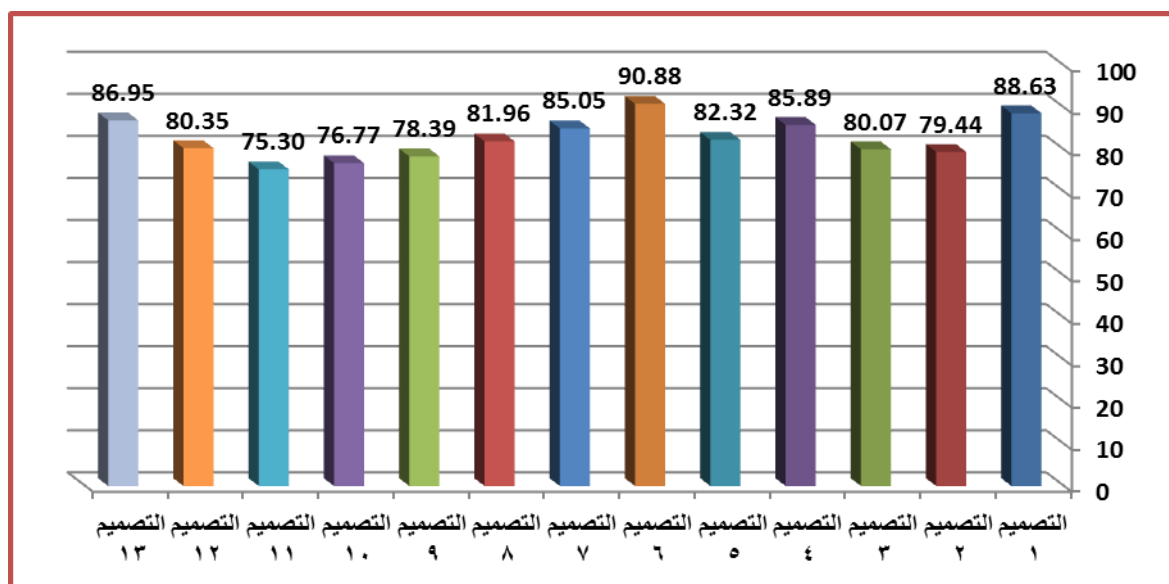
مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	الدلالة
بين المجموعات	2857.733	12	238.144	56.265	.000
داخل المجموعات	990.421	234	4.233		
الكل	3848.154	246			

تشير نتائج جدول (7) إلى أن قيمة (ف) كانت (56.265) وهي قيمة دالة إحصائية، مما يدل على وجود فروق بين تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) وفقاً لآراء المتخصصين.

والجدول التالي يوضح المتوسطات ومعامل جودة تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) وفقاً لآراء المتخصصين.

جدول (8): المتوسطات ومعامل جودة تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) وفقاً لأراء المتخصصين.

التصميمات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الجودة	ترتيب التصميمات
التصميم 1	66.47	2.72	88.63	2
التصميم 2	59.58	1.22	79.44	10
التصميم 3	60.05	1.43	80.07	9
التصميم 4	64.42	1.77	85.89	4
التصميم 5	61.74	1.91	82.32	6
التصميم 6	68.16	1.74	90.88	1
التصميم 7	63.79	1.40	85.05	5
التصميم 8	61.47	2.22	81.96	7
التصميم 9	58.79	1.93	78.39	11
التصميم 10	57.58	2.04	76.77	12
التصميم 11	56.47	3.66	75.30	13
التصميم 12	60.26	1.97	80.35	8
التصميم 13	65.21	1.51	86.95	3



شكل (7) معامل الجودة لتقييم المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل)

من الجدول (8) والشكل (7) يتضح أن:

أفضل تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) هي (التصميم رقم 6) ويرجع ذلك إلى أن تلك التصميمات نجحت في إبراز جماليات الخامات الضوئية، وتوافق تلك الخامات مع المكمل ككل من حيث الخامة واللون والخطوط، مع تميزهم بالجدة والأصالة، كما تحقق مناسبتهم للنساء في المرحلة العمرية (25-40 سنة)، ومناسبة فترة المساء والسهرة مع ملاءمة أسلوب دمج الألياف الضوئية مع الخامات التقليدية وتحقيق التوافق بين الألياف الضوئية مع تصميم المكمل ككل من حيث: نوع الألياف الضوئية-حجم الإضاءة-أسلوب التنفيذ، مع إمكانية إنتاج المكمل وتسويقه. وأقل تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية في تحقيق جوانب التقييم (ككل) هي (التصميم رقم 11).

تم حساب تحليل التباين لمتوسط محاور تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين وجدول (9) يوضح ذلك:

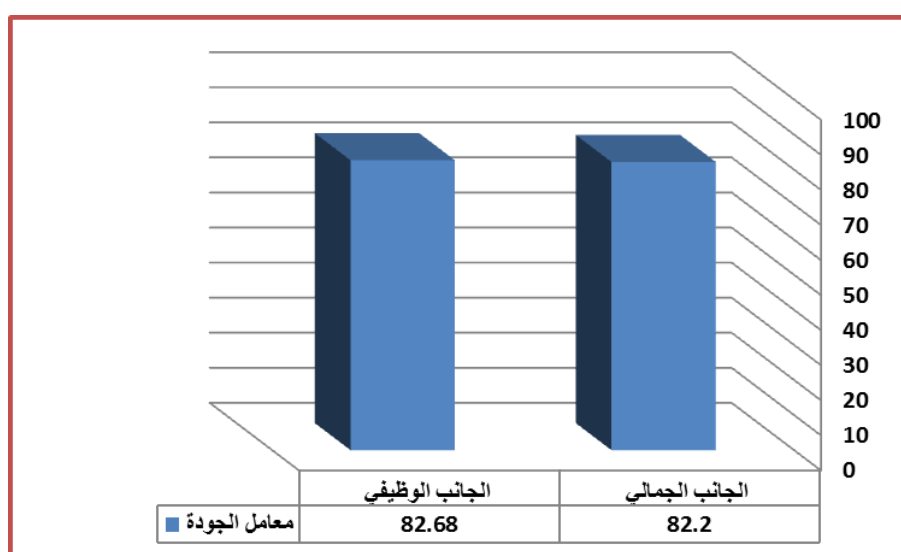
جدول (9): تحليل التباين لمتوسط محاور تقييم تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	الدالة
بين المجموعات	7.860	1	7.860	.501	.480
داخل المجموعات	3840.294	245	15.675		
الكل	3848.154	246			

تشير نتائج جدول (9) إلى أن قيمة (ف) كانت (0.501) وهي قيمة دالة إحصائياً مما يدل على عدم وجود فروق بين محاور التصميمات المقترحة من استخدام تكنولوجيا الألياف الضوئية لابتكار مكملات ملابس للنساء وفقاً لأراء المتخصصين، والجدول التالي يوضح المتوسطات ومعامل الجودة وترتيب محاور التصميمات المقترحة من استخدام تكنولوجيا الألياف الضوئية لابتكار مكملات ملابس للنساء في ضوء تقييمات المتخصصين.

جدول (10): المتوسطات ومعامل الجودة لمحاور تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين

المحور	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الجودة	ترتيب المحاور
الجانب الجمالي	61.65	4.06	82.20	2
الجانب الوظيفي	62.01	3.85	82.68	1

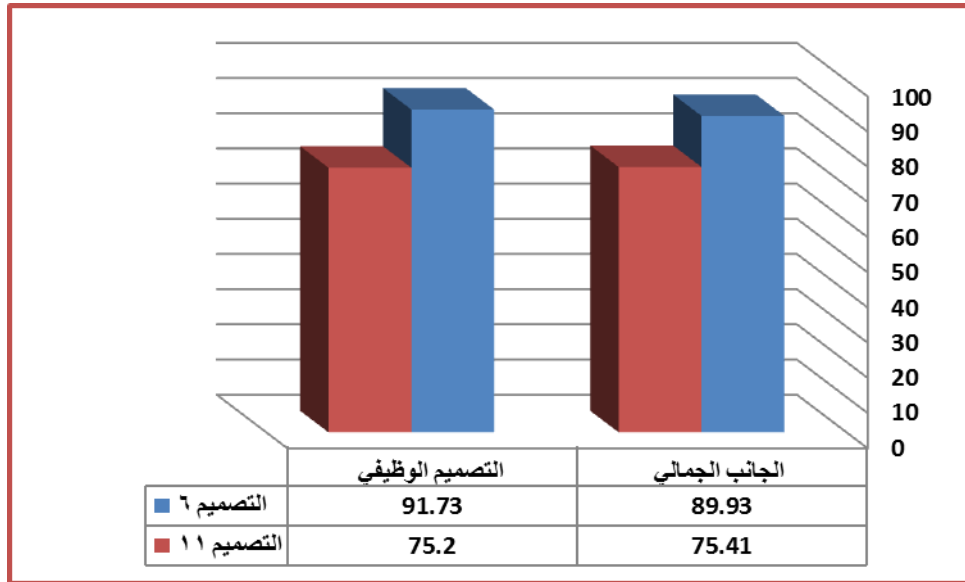


شكل (8) يوضح معامل الجودة لتقييمات محاور تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين

من الشكل (8) والجدول (10) تبين أن المحور الثاني "الجانب الوظيفي" يمثل أفضل المحاور في ضوء آراء المتخصصين، يليه المحور الأول: الجانب الجمالي"، ويمكن ترتيب تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين في ضوء محاور التقييم كما يلي:

جدول (11) ترتيب تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الخامات الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين

التصميمات	الجانب الجمالي	التصميم الوظيفي	جوانب التقييم ككل	ترتيب التصميمات
التصميم 6	89.93	91.73	90.88	1
التصميم 1	89.04	88.27	88.63	2
التصميم 13	88.15	85.87	86.95	3
التصميم 4	85.19	86.53	85.89	4
التصميم 7	84.74	85.33	85.05	5
التصميم 5	83.7	81.07	82.32	6
التصميم 8	80.59	83.2	81.96	7
التصميم 12	79.41	81.2	80.35	8
التصميم 3	80.15	80	80.07	9
التصميم 2	78.07	80.67	79.44	10
التصميم 9	78.37	78.4	78.39	11
التصميم 10	76	77.47	76.77	12
التصميم 11	75.41	75.2	75.3	13



شكل (9) أفضل وأقل تصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية وفقاً لأراء المتخصصين (الأفضل رقم 6 الأقل رقم 11)

5. ملخص النتائج

- تتميز الألياف الضوئية باستخدام الآمن، العمر الاستهلاكي الطويل، انخفاض سعر التكلفة، مقاومة الصدمات، ومناسبتها للاستخدام في تنفيذ الملابس ومكملاتها حيث سهولة التثبيت وسهولة العناية بها.
- تم تنفيذ عدد (13) مكماً (متصل، منفصل)، تنقسم إلى: عدد (8) مكماً منفصلاً، وعدد (5) مكماً متصلاً، روعي فيها التوافق والتناسق بين الخامات الضوئية والخامات التقليدية في خطوط التصميم واللون، استخدم في التنفيذ الألياف الضوئية بنوعها (الإضاءة في نهاية الألياف-الإضاءة على طول الألياف) لمناسبتها لتنفيذ مكملات الملابس، مما أضفى على التصميمات قيمةً جماليةً لتكامل العلاقات التشكيلية بين الخامات الضوئية والتقليدية في تصميمات المكملات.
- تم قياس درجة تقبل المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية بعد بناء الاستبانة والتأكد من صدقها وثباتها، حيث تم عرض المكملات المنفذة على المتخصصين وتحكيمها، واتضح من التحليل الإحصائي لنتائج الاستبانة أن تصميم المكمل السادس حقق أعلى معامل جودة في تحقيق الجانب الجمالي والوظيفي ككل بنسبة 90.88%، يليه تصميم المكمل الأول بمعامل جودة 88.63%، يليه في المرتبة الثالثة تصميم المكمل الثالث عشر بمعامل جودة 86.95%، ويرجع ذلك إلى أن تلك التصميمات نجحت في إبراز جماليات الخامات الضوئية، وتوافق تلك الخامات مع المكمل ككل من حيث الخامة واللون والخطوط، مع تميزهم بالجدة والأصالة، كما تحقق مناسبتهم للنساء في المرحلة العمرية (25-40 سنة)، ومناسبة فترة المساء والسهرة مع ملاءمة أسلوب دمج الخامات الضوئية مع الخامات التقليدية وتحقيق التوافق بين الخامات الضوئية مع تصميم المكمل ككل من حيث: نوع الخامة الضوئية-حجم الإضاءة-أسلوب التنفيذ، مع إمكانية إنتاج المكمل وتسويقه، بينما جاء تصميم المكمل الحادي عشر في المرتبة الأخيرة بمعامل جودة 75.02%، وهو يمثل معامل جودة مرتفع.

6. التوصيات

- إجراء المزيد من الدراسات والبحوث العلمية المتعلقة بالخامات الضوئية لتحقيق التكامل بين العلم والفن من خلال تناغم تخصصات الملابس والتكنولوجيا المضنية، وإدخال التكنولوجيا لمجال تصميم الأزياء لبحث الجانب العلمي والفني لإنتاج سلسلة جديدة من الخامات الضوئية والذكية، والتي تؤكد على مبدأ (التكنولوجيا/التصميم).
- وضع مواصفات فنية لتصميم مكملات الملابس لما لها من أثر كبير في إظهار جمال الملابس وأناقته والظهور بمظهر متجدد دائماً، حيث يعد المكمل من بين وسائل الترشيد في استهلاك الملابس وبالتالي يزيد من وعي المستهلك نحو الاستدامة ويساهم في تغيير سلوكه الشرائي.
- توجيه المصممين والعاملين في مجال تصميم الأزياء لاستخدام الخامات غير التقليدية والتي تعتمد على التكنولوجيا الحديثة القابلة للارتداء، لتلبية متطلبات المستهلك وتحقيق له الفردية والتميز.
- إقامة مشروعات صغيرة قائمة على إعداد مكملات الملابس بالخامات الضوئية بالتعاون مع الجهات المختصة والأسر المنتجة للمساهمة في فتح مجال لمشاريع جديدة.

المراجع العربية

- عبير سليمان الخضير (2016)، "مكملات الملابس ودورها في بناء تصميمات نسائية تنفذ بأسلوب التصميم على المانيكان"، رسالة ماجستير، كلية التصميم، جامعة القصيم.
- سودة عمر القباس (2014)، "استخدام تقنيات أشغال الإبرة المختلفة في الارتقاء بالجوانب الجمالية والوظيفية لمكملات الملابس"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة حائل.

- رجاى رجب حسان (2014)، "استحداث صباغات تشكيلة مبتكرة لمكملات الملابس المنفصلة لتمثل بؤرة الرؤية الجمالية فى التصميم"، دراسات علمية ورؤى فنية"، دار العلوم للنشر والتوزيع، القاهرة.
- أحمد محمد حماد (2005)، "الإمكانات التشكيلة لساق نبات التين الشوكى وتوظيفه فى مجال الأشغال الفنية"، رسالة ماجستير، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان.
- إيهاب فاضل أبو موسى (2005)، "تصميم أزياء متقدم"، دار الحسين للطباعة والنشر، القاهرة.
- نهاد مالك محمد (2018)، "تقييم أداء الألياف الضوئية"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، السودان.
- راي تريكر (2011)، "الإلكترونيات البصرية وتكنولوجيا الألياف البصرية"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، لبنان.
- حسان ريشة؛ وعلي أوكتا أحمد؛ ومحمد حسيني نصر (2013)، "التشكيل على المانيكان تطوره، عناصره، أسسه، أساليبه، تقنياته المعاصرة"، دار الفكر العربي، القاهرة.
- ليلي فؤاد (2007)، "الألياف الضوئية"، عالم الحاسبات، المجلد 11، العدد 34، نقابة المهن العلمية، القاهرة.
- وحيد مصطفى أحمد (2010)، "الليزر والألياف الضوئية"، دار الكتب العلمية، القاهرة.
- محمد عبد الرحمن الحيدر (2000)، "اتصالات الألياف البصرية"، مجلة المهندس المجلد 14 العدد 2، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود.
- صلاح الدين مصباح سويدي (2007)، "الألياف البصرية"، مجلة الكتب العربية، أضنة، متاح على: <https://www.kutub.info> تاريخ الدخول 2019/4/14م
- علاء محمد القاضي (2009)، "الألياف الضوئية"، مكتبة المجتمع العربي، عمان، الأردن.

REFERENCES

- [1] Tao, X. (2005), "Wearable Electronics and photonics", Woodhead: Cambridge, UK.
- [2] Ackerman, D.; Johnson J.; Ketelsen, L.; Eng, L.; Kiely P. & Mason, T. (2002), "Optical Fiber Telecommunication", IVA, Academic Press, New York.
- [3] Patrin, G. & Arkhipkin, V. (2006), "Krasnoyarsk Lektsii Po Optike", Demand Ltd, Russian. .
- [4] Mansour, O.; Ibrahim, R. (2018), "Using Luminous Fabric in Creating Fashion Designs For Women Inspired by Greek's Costumes", International Design Journal, Vol. 8, No. 1.

ملحق (1) استبانة لقياس درجة تقبل المتخصصين لتصميمات مكملات ملابس النساء المنفذة باستخدام الألياف الضوئية

م	عبارات التقييم	التصميم (-)			
		موافق بشدة	موافق	موافق الى حد ما	غير موافق بشدة
المحور الأول: الجانب الجمالي					
1	يبرز التصميم جماليات الخامات الضوئية في مكملات الملابس.				
2	يتحقق في تصميم المكمل:				
	أ- التوافق بين الخامات الضوئية وتصميم المكمل.				
	ب- الانسجام بين أجزائه.				
	ج- الاتزان بين المساحات المضئية في مقابل المساحات الخالية من الإضاءة.				
	د- النسبة والتناسب بين أجزائه.				
	هـ- الوحدة بين عناصر تصميم المكمل ككل.				
3	تتوافق ألوان الخامات الضوئية مع ألوان التصميم.				
4	يساير تصميم المكمل اتجاهات الموضة.				
5	يتسم تصميم المكمل بالجدة والأصالة.				
المحور الثاني: الجانب الوظيفي					
1	يتناسب التصميم مع النساء في المرحلة العمرية من (25-40 سنة).				
2	تتماشى المجموعة اللونية في التصميم مع النساء في المرحلة العمرية من (25-40 سنة).				
3	يصلح التصميم لفترة المساء والسهرة.				
4	يتحقق في التصميم التوافق بين الخامات الضوئية والخامات التقليدية.				
5	ملاءمة أسلوب دمج الخامات الضوئية مع الخامات التقليدية في تنفيذ المكمل.				
6	تتوافق الخامات الضوئية مع تصميم المكمل من حيث:				
	أ- نوع الخامات الضوئية.				
	ب- حجم الإضاءة.				
	ج- أسلوب التنفيذ.				
7	يصلح التصميم لأن يكون منتج يمكن تسويقه.				
8	بعد التصميم إضافة جديدة في مجال مكملات ملابس المساء والسهرة.				

Evaluation des éléments traces métalliques (ETM) des sols autour de la mine de Gbétogo à Séguéla, au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire

[Assessment of heavy metals on soils around Gbetogo mine at Seguela, North-West of Côte d'Ivoire]

Yao Kouman Nestor Kouakou, Trazié Jérémie Gala Bi, Justin Louis Kafana Coulibaly, and Ahou Clarisse Koffi

UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire de Pédologie et de Géologie Appliquée, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study is a contribution to establishment a geochemical soil database around gold-bearing zones. The main objective is to evaluate the total current levels of heavy metals such as arsenic (As), cadmium (Cd), barium (Ba), vanadium (V), nickel (Ni), copper (Cu), iron (Fe), mercury (Hg), manganese (Mn), zinc (Zn), titanium (Ti), strontium (Sr) and lead (Pb) in soils around Gbétogo gold zone located at Seguela in Côte d'Ivoire. To achieve this, 5 soil pits were opened, described and sampled. A total of 19 samples from the 5 pits were collected and 10 other composites were taken from the surface horizons (0-20 cm) near the mine site. Heavy metals concentrations (As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn) in soils were determined by X-ray fluorescence (XRF) and the hydrogen potential. The results indicate that the soils are acidic and essentially Cambisol-type. Some heavy metals such as Ni (21.8 to 128.05 mg.kg⁻¹), Cu (27.17 to 96.31 mg.kg⁻¹), Mn (226.57 to 3251.82 mg.kg⁻¹), V (323.28 to 509.18 mg.kg⁻¹), Ba (153.20 to 566.94 mg.kg⁻¹) and Ti (4149.67 to 39823.88 mg.kg⁻¹) have concentrations above the recommended standards representing a natural geochemical anomaly, while As, Cd, Zn, Sr and Pb have lower concentrations. Soils have mercury (Hg) contamination ranging from 1.94 to 15.95 mg.kg⁻¹. The ranking, in descending order from highest to lowest concentrations, is as follows: Fe > Ti > Mn > V > Ba > Ni > Cu > Zn > Sr > Pb > Hg > As > Cd.

KEYWORDS: Morphopedology, Heavy metals, Evaluation, Gbetogo, Côte d'Ivoire.

RESUME: Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution à l'établissement d'une base de données géochimique des sols situés à proximité des zones aurifères. L'objectif principal est d'évaluer les teneurs totales actuelles en éléments traces métalliques (ETM) tels que l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le baryum (Ba), le vanadium (V), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le titane (Ti), le strontium (Sr) et le plomb (Pb) dans les sols situés autour de la zone aurifère de la localité de Gbétogo, dans la région de Séguéla, en Côte d'Ivoire. Pour y parvenir, 5 fosses pédologiques ont été ouvertes, décrites et échantillonnées. Au total, 19 échantillons issus des 5 fosses ont été prélevés et 10 autres composites prélevés dans les horizons de surface (0-20 cm) aux alentours du site minier. Les concentrations en éléments traces (As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn) dans les sols ont été déterminées par fluorescence aux rayons x (XRF) ainsi que le pH. Les résultats indiquent que les sols sont acides et essentiellement de type Cambisols. Certains ETM tels que Ni (21,8 à 128,05 mg.kg⁻¹), Cu (27,17 à 96,31 mg.kg⁻¹), Mn (226,57 à 3251,82 mg.kg⁻¹), V (323,28 à 509,18 mg.kg⁻¹), Ba (153,20 à 566,94 mg.kg⁻¹) et Ti (4149,67 à 39823,88 mg.kg⁻¹) ont des concentrations supérieures aux normes recommandées représentant une anomalie géochimique naturelle, tandis que les éléments As, Cd, Zn, Sr et Pb en sont inférieures. Les sols présentent une contamination en mercure (Hg) variant de 1,94 à 15,95 mg.kg⁻¹. Le classement, dans l'ordre décroissant, des concentrations des plus élevées aux plus faibles est le suivant: Fe > Ti > Mn > V > Ba > Ni > Cu > Zn > Sr > Pb > Hg > As > Cd.

MOTS-CLEFS: Morphopédologie, ETM, Evaluation, Gbétogo, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Partout dans le monde, il est indéniable que le sol constitue une ressource naturelle limitée qui fournit un soutien essentiel aux écosystèmes et à nos sociétés. C'est, en effet, le support de nombreuses activités industrielles, agricoles et urbaines. Toutefois les fonctionnalités du sol peuvent se trouver être dégradées du fait de certaines activités humaines telles les activités agricoles, industrielles, minières, métallurgiques, etc.

Plusieurs auteurs soutiennent que les activités minières, bien qu'elles occupent une grande place dans l'économie mondiale, ont un impact négatif sur la santé de l'environnement [1], [2] et sont une véritable source de pollution. C'est par exemple, le cas de la pollution des sols des sites miniers en éléments traces métalliques (ETM) [3] posant de sérieux problèmes du fait de la toxicité de ces métaux mais, surtout de leur caractère bio accumulatif dans les organismes vivants et dans les différents compartiments de l'écosystème [4].

En effet, la contamination des sols en ETM présente un risque de toxicité pour les êtres vivants et l'homme à travers la chaîne alimentaire; elle peut avoir des implications directes sur l'alimentation humaine par l'absorption des cultures [5], [6]. Certains ETM comme le Plomb, le Cadmium et le Mercure sont mutagènes et cancérigènes [5]. Au cours des opérations minières, les envols et dépôts de poussières contaminent les sols environnants en éléments métalliques. Le problème de décapage des zones exploitées accentue la dispersion des résidus miniers contenant des ETM dans les sols agricoles proches, les récoltes et les cours d'eau. Dans l'industrie minière, les résidus miniers contiennent de grandes quantités d'ETM [7] pouvant être libérées dans le milieu. Sur la mine Zeïda par exemple, [8] a montré que les déchets stériles et les déchets de traitement constituaient la principale source de contamination en ETM après la fermeture de la mine. Il en est de même pour la mine d'or d'Afema qui a entraîné la pollution des eaux et sols du site en Pb, Cd et As [9]. Cependant [10] a montré que la mobilité des ETM dans les sols est fortement dépendante des caractéristiques physico-chimiques des sols. Selon [11] l'acidité des sols est un paramètre clé de la disponibilité des ETM dans les milieux. Même si certaines conditions physico-chimiques des sols peuvent immobiliser les ETM et limiter leurs transferts, les mines sont sources d'ETM et posent un véritable problème environnemental.

Séguéla, ville située au Nord de la Côte d'Ivoire, à fort potentiel minier, se voit attribuer aujourd'hui plusieurs permis d'exploitation dont la mine semi-industrielle à ciel ouvert de Gbéto, pour or. A cette mine est associée une activité d'orpaillage sur le site, qui pourrait, de même que la mine d'or d'Afema et de Zelda, probablement entraîner une contamination des sols environnants en ETM. Dès lors, il paraît indispensable d'évaluer les teneurs totales actuelles en ETM (As, Cd, Ba, V, Ni, Cu, Fe, Hg, Mn, Zn, Ti, Sr et Pb) des sols autour de cette mine permettant ainsi de contribuer à l'établissement d'une base de données géochimiques qui pourrait servir, à terme, une base dans une stratégie de réhabilitation du site.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

2.1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Département de Séguéla qui abrite la zone d'étude (fig. 1), est situé au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire à 592 km d'Abidjan. Il fait administrativement partie du District du Woroba et de la région du Worodougou. L'étude a été réalisée dans le village de Gbéto aux coordonnées 08°07'35"N et 06°56'37"W, à une altitude d'environ 320m.

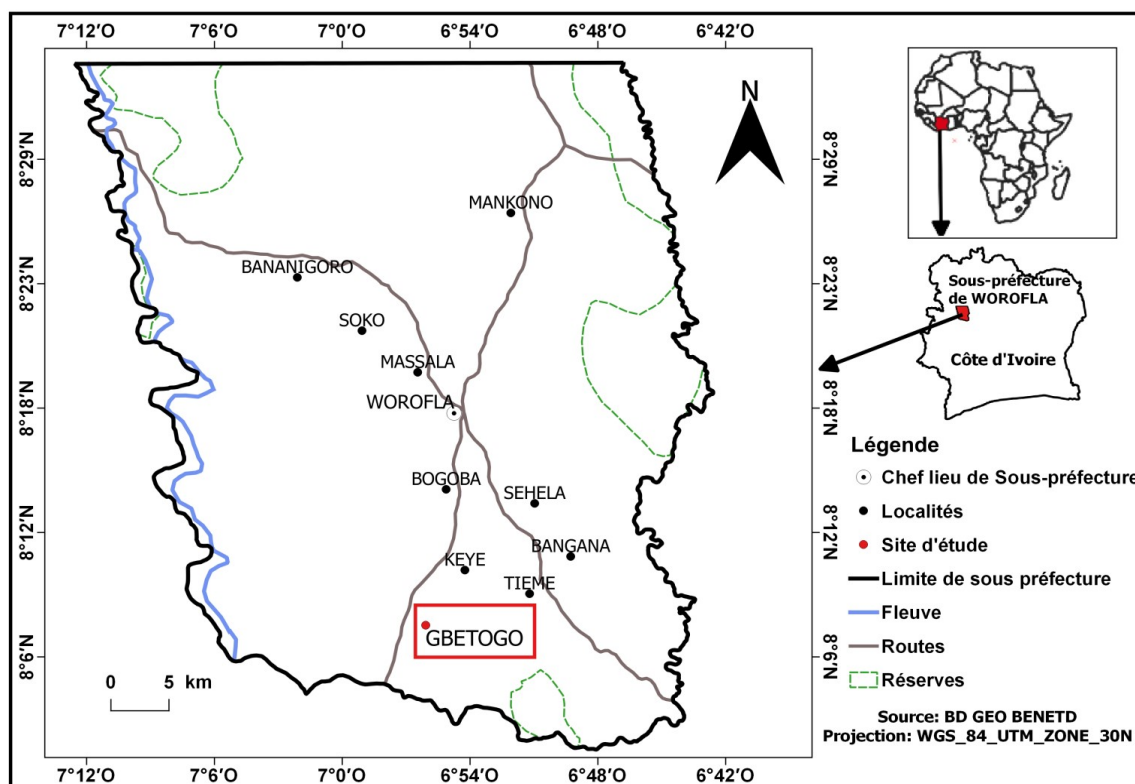


Fig. 1. Situation géographique de la zone d'étude

2.1.2 REGIME CLIMATIQUE ET VEGETATION

La zone d'étude appartient à un climat de type Sud-soudanais avec une saison de pluie de Juillet à Octobre et une saison sèche allant de Novembre à Juin. La pluviométrie annuelle moyenne y est supérieure à 1200 mm. La température moyenne est de l'ordre de 28°C avec des fluctuations journalières et saisonnières assez marquées [12].

La zone d'étude est située dans la zone de transition forêt-savane avec une végétation de plus en plus clairsemée en allant du Sud au Nord. La végétation est constituée de savane parsemée de galeries forestières larges et souvent denses avec des îlots forestiers.

2.1.3 RELIEF ET HYDROGRAPHIE

Le relief est fait essentiellement de plateaux et de collines granitiques, avec une altitude moyenne de 260m [13]. Le réseau hydrographique est marqué par la présence de deux fleuves (le Sassandra et le Yani) et de nombreuses rivières. Les principaux cours d'eau sont: le Gbouan à l'Ouest et l'Ouaon à l'Est et un représentant du bassin de la marahoue le Iefegbo [14]. Ces cours d'eau ne sont pas navigables.

2.1.4 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE

Les formations géologiques de la zone sont attribuées aux complexes éburnéens (granites) et birrimiens (roches volcano-sédimentaires) [14]. Ces formations sont d'âge protérozoïque moyen et inférieur (150-230 millions d'années). On note également la présence de dykes kimberlitiques riches en diamant qui caractérisent les secteurs de Bobi et de Diarabana [15]. Les processus pédogénétiques les plus représentés dans la zone d'étude sont la ferrallitisation (nettement dominante), la brunification, la ferruginisation et l'hydromorphie donnant lieu majoritairement à des sols ferralitiques et à des sols brunifiés.

2.2 METHODES D'ETUDE

2.2.1 CARACTERISATION MORPHOPEDOLOGIQUE

Pour la caractérisation des sols du site, une prospection pédologique a été réalisée suivant la toposéquence de direction 30°N depuis les positions topographiques de sommet jusqu'au bas-versant. Ainsi 5 fosses ont été ouvertes et numérotées P1, P2, P3, P4 et P5 (fig. 2). Les différents profils ont été décrits et échantillonnés par horizon avec 19 échantillons prélevés. En plus des fosses pédologiques, des échantillons composites de sols ont été prélevés à la tarière dans les horizons de surface (0-20 cm) aux alentours du site minier. Ainsi, 10 échantillons composites de sols ont été prélevés, notés E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 et E10. Leurs choix résultent des possibilités de rendre compte de la contamination métallique des sols. L'échantillon E7 se trouve très à proximité (à moins de 30 m) d'une des usines de traitement de minerais. Au total ce sont 29 échantillons de sols qui ont été prélevés sur le site d'étude.

2.2.2 PREPARATION DES ECHANTILLONS DE SOLS

Les échantillons recueillis sur le terrain ont été émiettés à la main, puis, séchés dans une salle, à la température ambiante. Après séchage, chaque échantillon a été tamisé, à l'aide d'un tamis à maille carrée ($\varnothing = 2$ mm) pour obtenir des matériaux d'un diamètre inférieur à 2 mm, représentant la « terre fine ». La fraction fine recueillie va servir aux différentes analyses en laboratoire.

2.2.3 DETERMINATION DU PH

Dix (10) grammes de terre fine de chaque échantillonné, pris isolément, ont été introduits dans un béccher en plastique de 100 mL. Ensuite 25 mL d'eau distillée sont ajoutés dans le béccher contenant la terre fine, et l'ensemble a été mis en agitation pendant 1h. Le pH a ensuite été mesuré en plongeant la sonde du pH-mètre dans le surnageant. Enfin, la lecture est effectuée après la stabilisation de l'affichage digitale du pH-mètre.

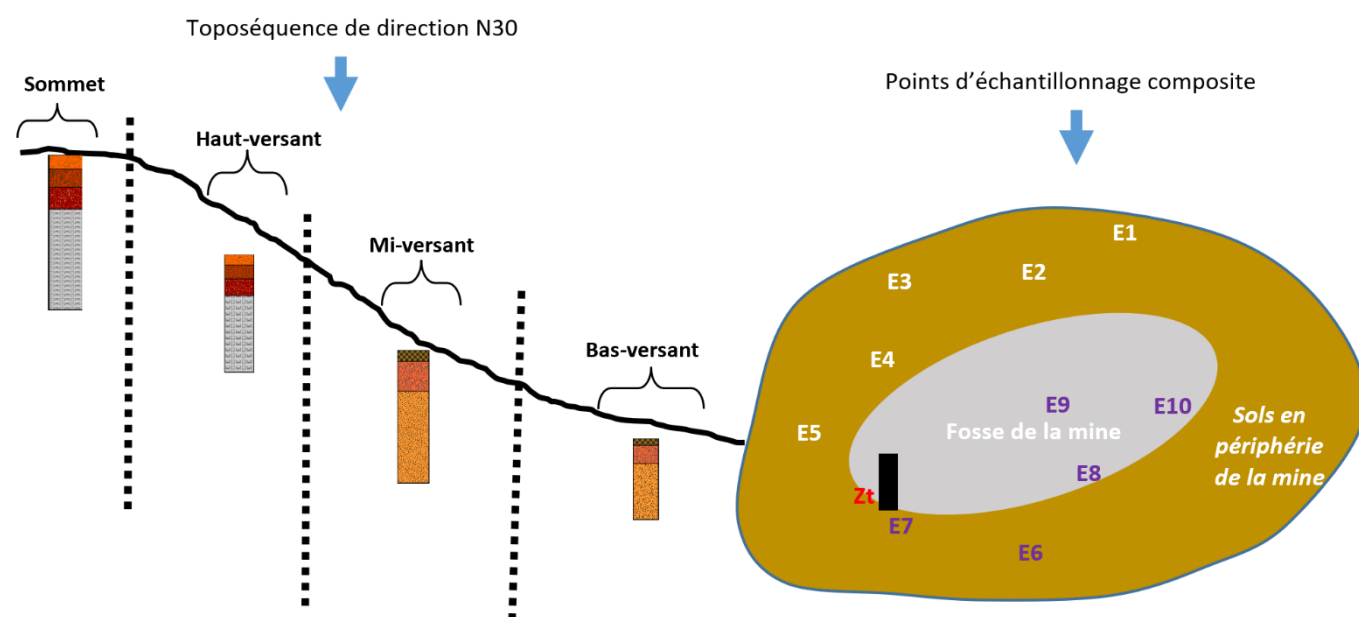


Fig. 2. Toposéquence de direction N30 et échantillonnage composite sur site à Gbétogo (Zt : Zone de traitement)

2.2.4 QUANTIFICATION DES ETM: SPECTROMETRIE A FLUORESCENCE X (XRF)

La terre fine de chaque échantillon est tamisée de nouveau à l'aide d'un tamis de maille 100 μ m pour obtenir une terre encore plus fine. Une prise d'environ 0,5 g de cette terre fine a été nécessaire pour le dosage des ETM. Les éléments traces sont ensuite déterminés par Spectrométrie à fluorescence X (XRF) à l'aide d'un spectromètre de type Niton XLT 3t.

2.2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données obtenues ont été transcrites dans des tableaux, sous Excel. Le logiciel Statistica7.1 a été utilisé pour les traitements statistiques.

L'analyse de variance (ANOVA) a été appliquée aux données pour tester les différences entre les moyennes des teneurs en ETM. La détermination du coefficient de corrélation de Pearson entre les variables a servi à mesurer le degré de liaison entre les variables aux seuils de probabilités $p < 0,05$; $p < 0,01$ et $p < 0,001$ pour apprécier les variables qui sont très corrélées ou non.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES MORHOPÉDOLOGIQUES DES SOLS

Les sols de la zone d'étude sont bruns, remaniés et affectés par le rajeunissement (fig. 3). Suivant le système de référence mondiale, ils représentent des cambisols à caractères plinthiques. Ce sont des Plinthic Cambisols. Les horizons de surface sont beaucoup plus sombres que ceux de profondeur. Ces sols ont une structure générale grumeleuse en surface et plus ou moins polyédriques en profondeur. Dans l'ensemble la texture est limono-argileuse en surface et argilo-sableuse dans les horizons de profondeur. Les proportions en éléments grossiers sont beaucoup plus importantes dans les horizons de profondeur. Ces éléments grossiers sont constitués de concrétions, de nodules, de débris ferromagnésiens. Au bas de versant on a des traces d'hydromorphie en profondeur débutant à partir de 75 cm de profondeur.

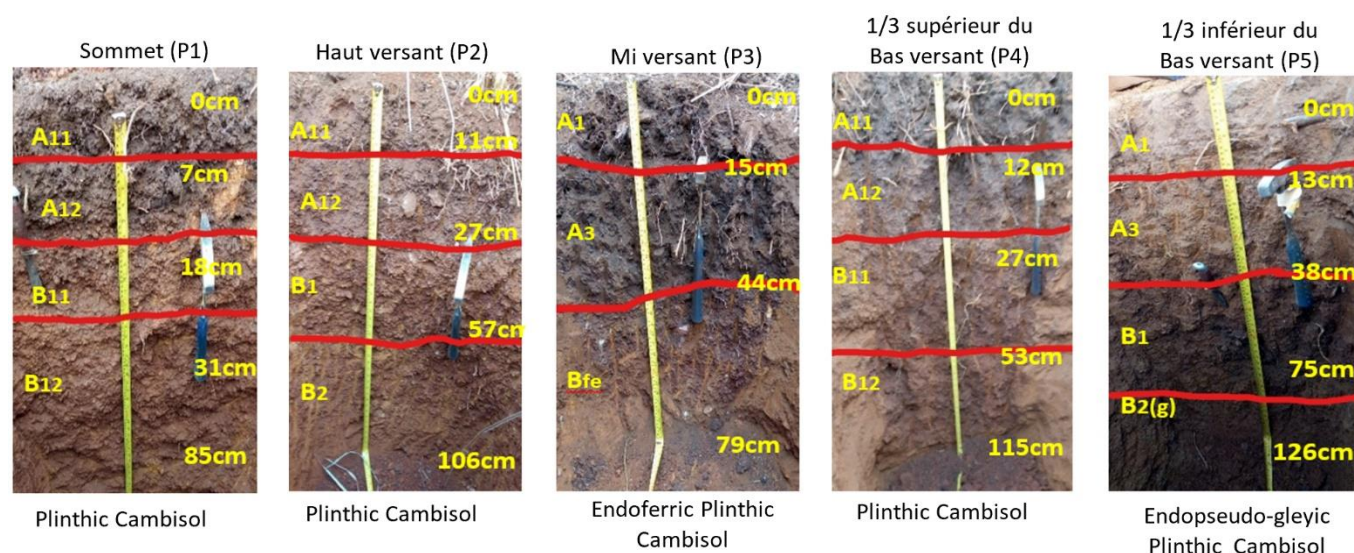


Fig. 3. Profils observés sur le terrain sur la toposéquence de direction N30

3.2 ACIDITE DES SOLS (PH)

La détermination du pH a montré que les sols analysés ont un pH inférieur à 7 (fig. 4) avec des valeurs qui varient d'environ une unité (compris entre 5,35 et 6,23). Ce pH acide varie peu à l'intérieur d'un même profil.

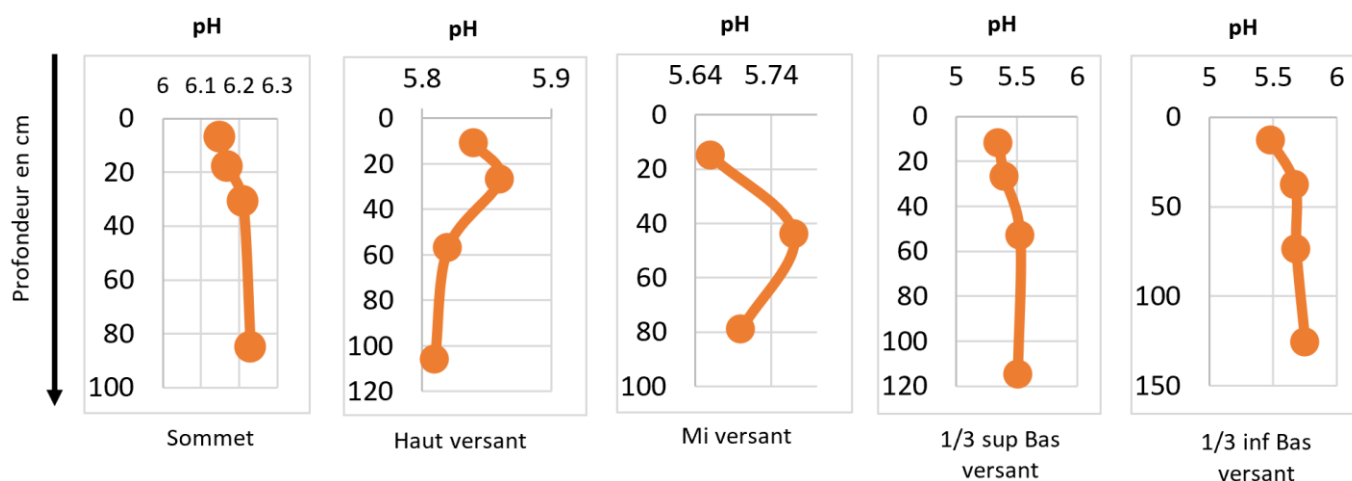


Fig. 4. Dynamique verticale du pH le long des différents profils

3.3 TENEURS TOTALES EN ETM

Dans les sols de la zone, le fer et le titane ont les teneurs les plus élevées. Le cadmium par contre n'est pas détecté, car sa teneur est en dessous de la limite de détection. L'ordre d'abondance des ETM dans les profils se présentent comme suit $\text{Fe} > \text{Ti} > \text{Mn} > \text{V} > \text{Ba} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Sr} > \text{Pb} > \text{Hg} > \text{As} > \text{Cd}$ (fig. 5). Il existe de bonnes corrélations significatives entre les éléments eux-mêmes et entre les éléments et le pH des sols.

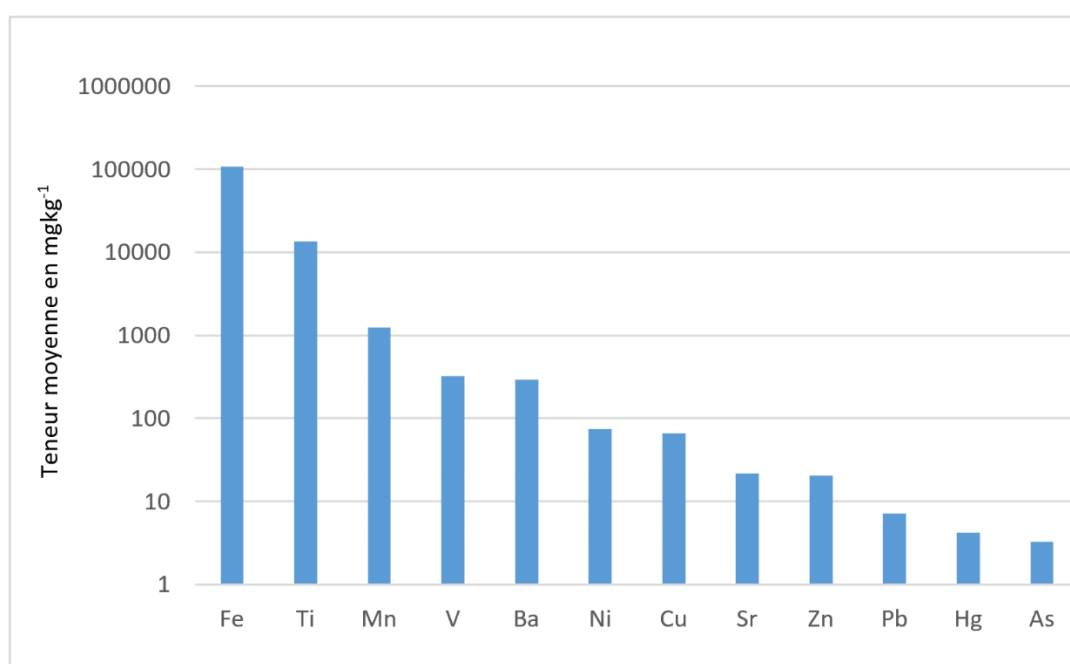


Fig. 5. Teneurs moyennes des ETM dans les sols en mgkg^{-1}

Les échantillons composites (E1, E2, E3, E4, E5) éloignés de la mine enregistrent les concentrations les plus minimales en ETM, les échantillons composites (E6, E7, E8, E9, E10) localisés près de la mine ont les teneurs les plus élevées du site tandis que l'échantillon E7 enregistre les concentrations les plus maximales. L'ordre d'abondance des ETM dans les échantillons composites se présentent comme suit $\text{Fe} > \text{Ti} > \text{Mn} > \text{Ba} > \text{V} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Sr} > \text{Pb} > \text{Hg} > \text{As} > \text{Cd}$. (Tableau 1).

Tableau 1. Teneurs des ETM dosés (en mgkg^{-1}) des échantillons composites

Echantillons	As	Cd	Ba	V	Ni	Cu	Fe	Hg	Mn	Zn	Ti	Sr	Pb
E1	< ld	< ld	566,94	159,11	29,07	27,17	32706,7	1,94	226,57	30,34	4149,67	58,56	11,04
E2	3,72	< ld	501,34	211,43	45,13	36,98	44109,56	< ld	401,18	27,05	7797,1	45,29	10,89
E3	< ld	< ld	153,20	157,87	11	34,54	44796,13	1,96	307,74	28,67	4936,64	17,73	11,72
E4	< ld	< ld	467,25	197,41	21,9	27,84	40886,44	< ld	640	20,95	7263,02	47,06	10,56
E5	< ld	< ld	305,53	303,77	67,87	46,07	64911,2	< ld	1016,79	20,91	10632,32	41,17	11,96
E6	< ld	< ld	477,37	149,05	21,8	53,78	49160,59	< ld	907,75	< ld	7078,8	26,32	7,96
E7	2,53	< ld	283,89	495,84	128,05	93,45	246062,71	15,95	3251,82	< ld	39823,88	35,25	3,71
E8	< ld	< ld	305,95	311,61	104,35	79,16	95334,41	< ld	652,82	5,17	6888,2	36,51	2,07
E9	< ld	< ld	450,07	286,46	121,83	67,92	97820,37	2,78	1734,19	4,88	8958,36	29,13	7,3
E10	3,69	< ld	311,21	316,46	107,45	65,85	117190,5	< ld	1046,49	< ld	11573,9	17,58	2,41

<ld = inférieures à la limite de détection

3.3.1 DYNAMIQUE VERTICALE DES ETM DOSES

Les Figures 6 à 10 représentent la dynamique verticale des ETM dans chaque profil de sol.

Les éléments V, Ni, Fe et Cu ont le même dynamisme dans tous les profils, leurs teneurs augmentent considérablement depuis la surface vers les horizons de profondeur. Egalement tout comme V, Ni, Fe et Cu, les éléments Ni, Ti et Sr ont aussi la même évolution dans les profils mais contrairement à eux, leurs concentrations diminuent de la surface vers la profondeur sauf au niveau du profil P5 où le Ni et le Ti sont plus enrichi dans les horizons intermédiaires. Le Ni, le Zn et l'As ont des dynamiques variables, tantôt enrichi en surface, tantôt enrichi dans les horizons intermédiaires. Le Ba est enrichi dans les horizons intermédiaires dans tous les profils.

3.3.2 DYNAMIQUE LATÉRALE DES ETM DOSES

La figure 11 présente la dynamique latérale des métaux dosés (en mg.kg^{-1}) dans les horizons de surface (Hs) et de profondeur (Hp) par profil. L'appréciation de la dynamique latérale nous montre que latéralement, les éléments tels que Sr, Ni et Ti ont des teneurs plus élevées dans les horizons de surface que de profondeur du sommet au bas de versant tandis que les autres éléments sont lus enrichis en profondeur qu'en surface depuis le sommet vers le bas versant.

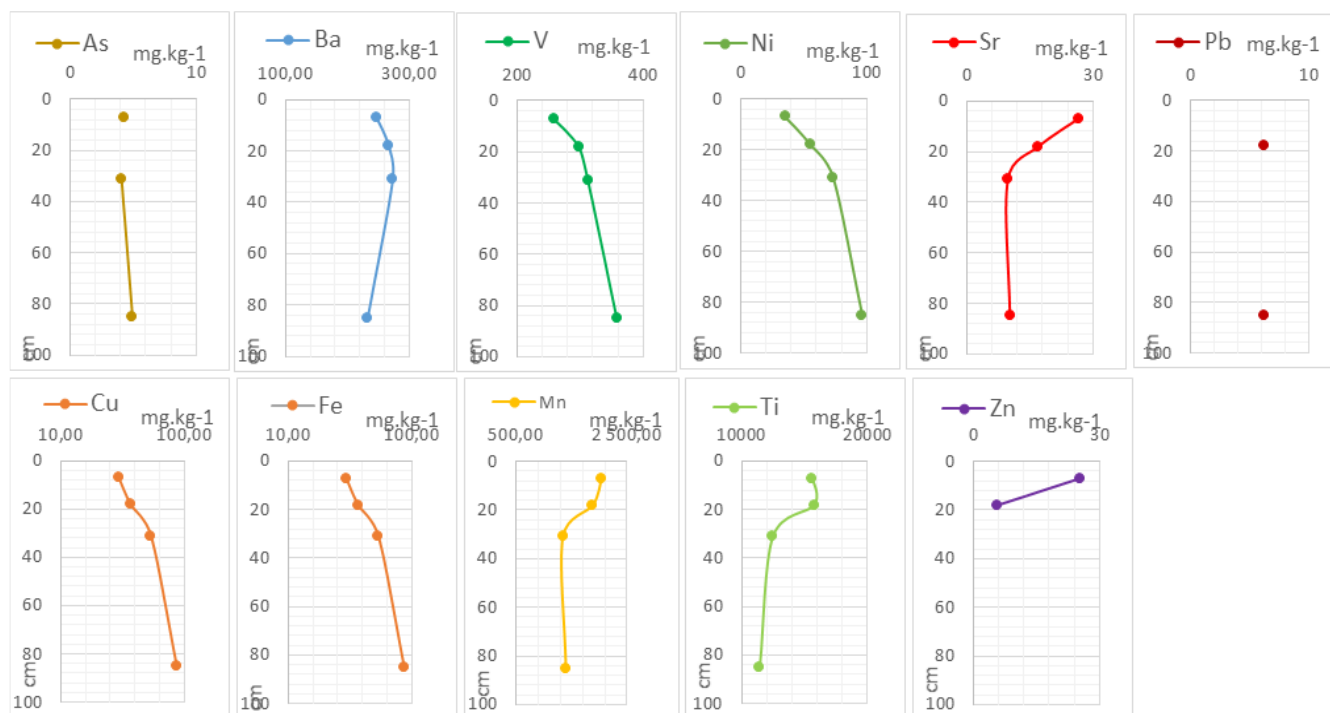


Fig. 6. Dynamique verticale des ETM au profil P1

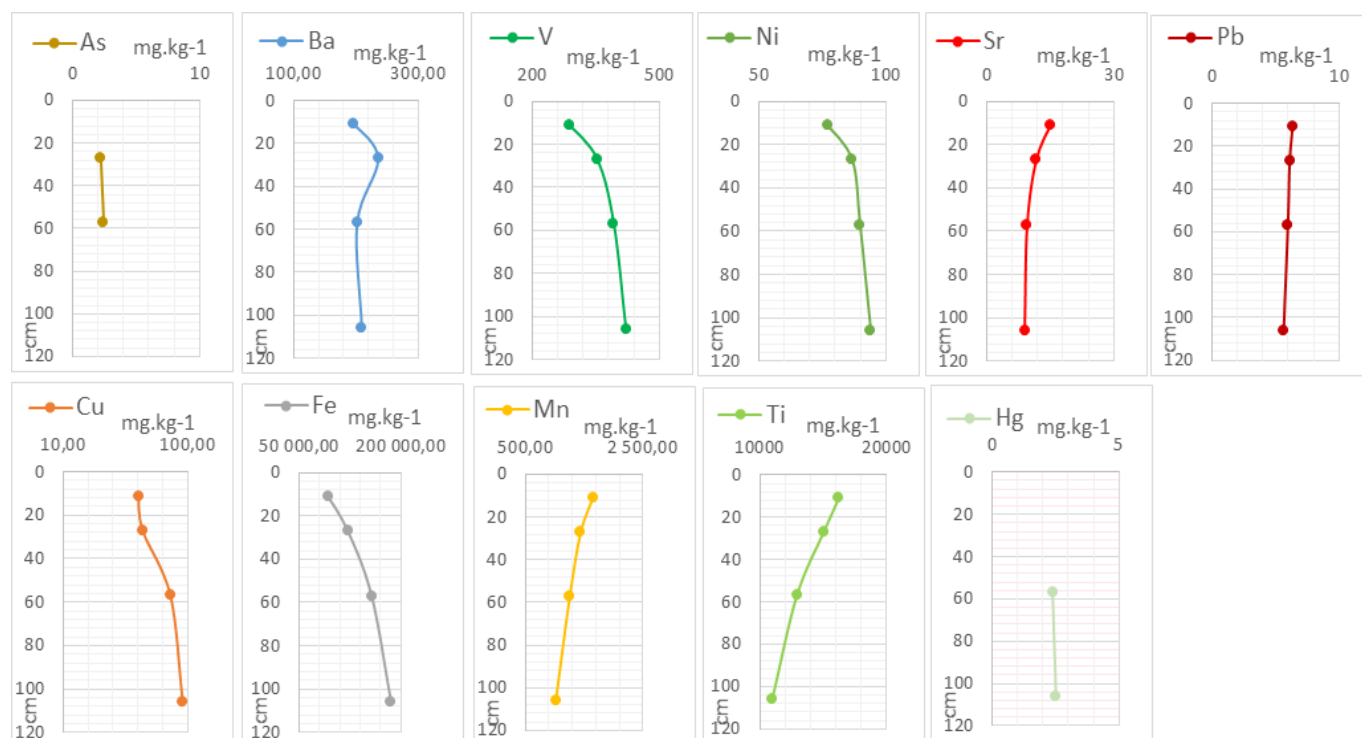


Fig. 7. Dynamique verticale des ETM au profil P2

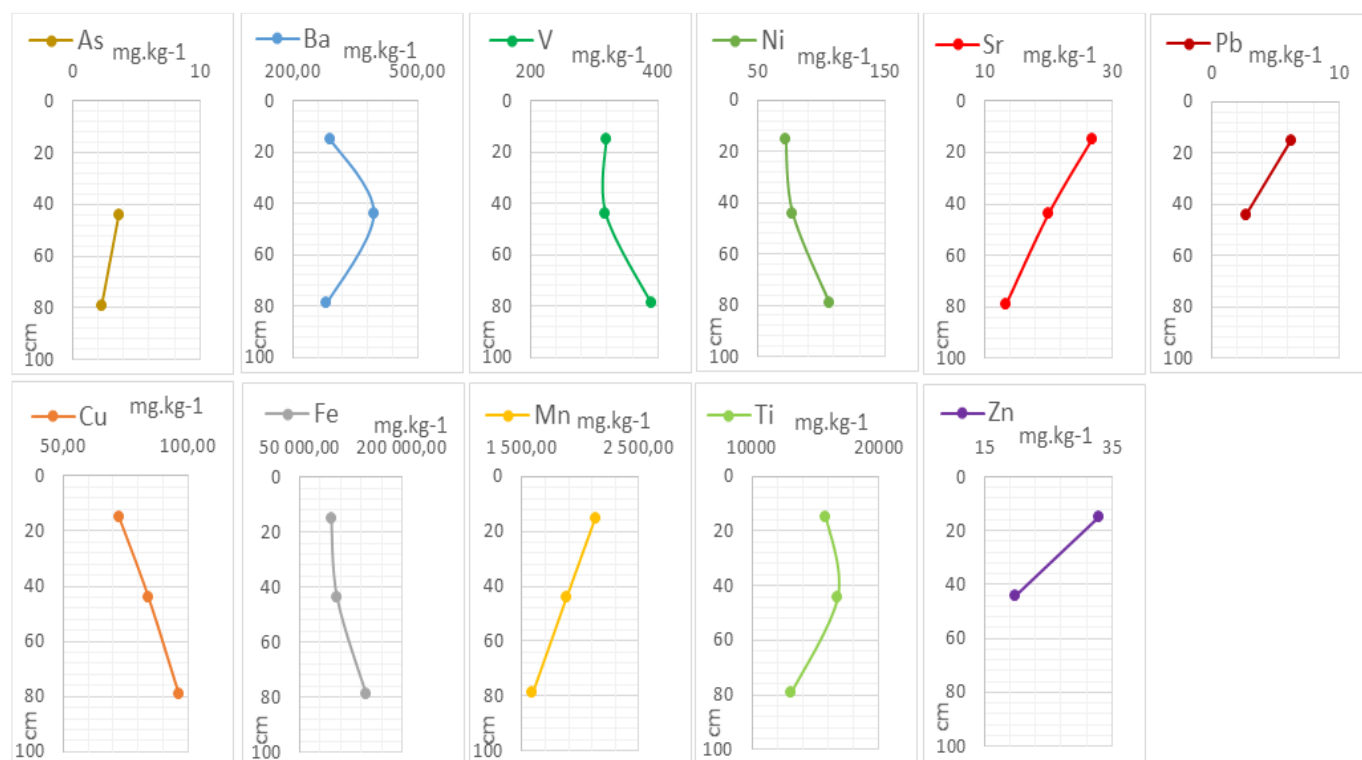


Fig. 8. Dynamique verticale des ETM au profil P3

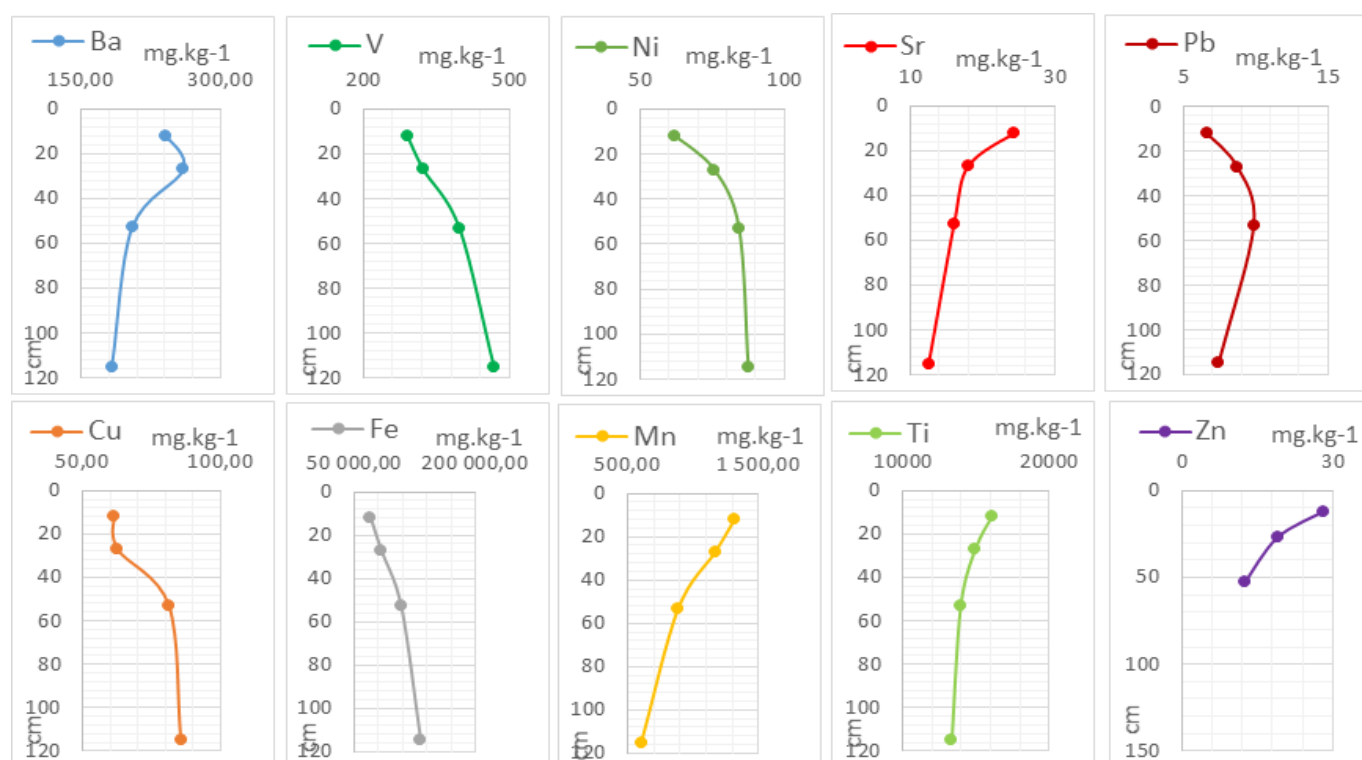


Fig. 9. Dynamique verticale des ETM au profil P4

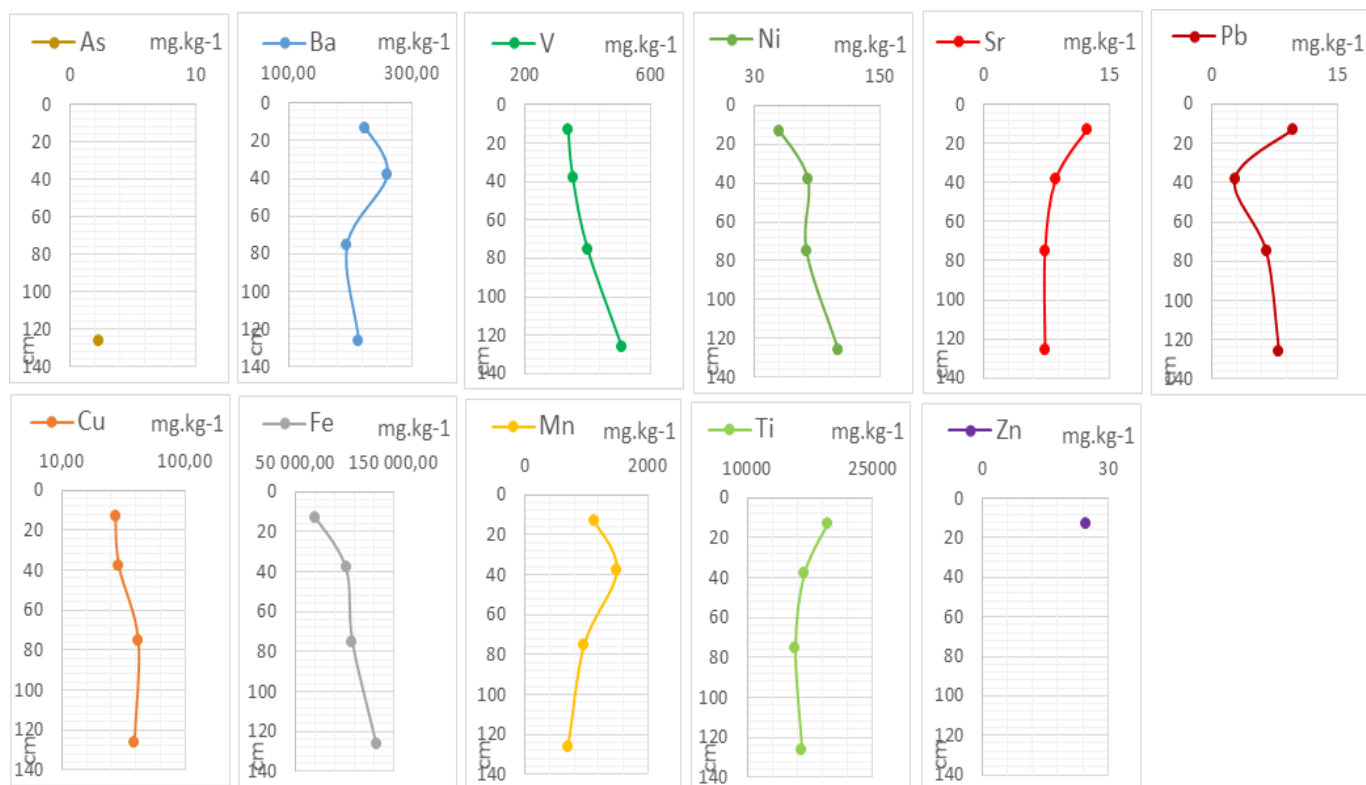


Fig. 10. Dynamique verticale des ETM au profil P5

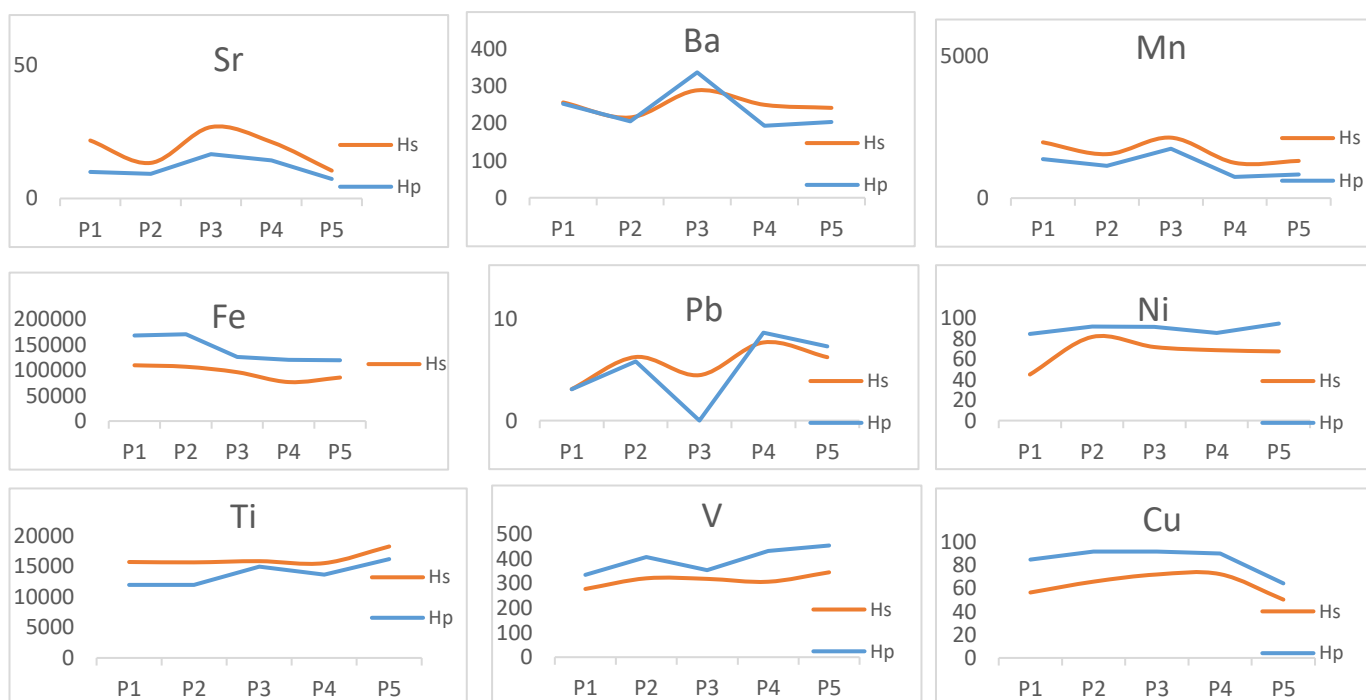


Fig. 11. Dynamique latérale des métaux (en mg.kg^{-1}) du sommet au bas-versant

3.3.3 CORRELATION ENTRE ETM DOSES

Le tableau 2 présente les corrélations entre les ETM. De façon générale et sur tous les profils, il existe de fortes corrélations positives significatives entre le V, Ni, Cu et le Fe

Tableau 2. *Corrélations significatives entre ETM des divers profils*

Variables	V	Ni	Cu	Fe	pH
V	1				
Ni	0,990**	1			
Cu	0,975*	0,990**	1		
Fe	0,971*	0,954*	0,985*	1	
pH	0,948*	0,983*	0,979*	0,965*	1

* Forte correlation ** Très forte correlation

3.4 DISCUSSION

D'une façon générale les sols rencontrés dans les différents profils de notre site d'étude sont des Plinthic Cambisol avec des indurations à certains endroits et des traces d'hydromorphie au bas versant. L'induration est due en effet à une accumulation ferrugineuse, du fait du lessivage et de l'accumulation du Fe provenant des horizons sus-jacents qui sont plus drainant, ce qui a contribué à l'enrichissement des horizons sous-jacents qui présentent des indurations ferrugineuses [16]. L'apparition de l'hydromorphie au bas versant témoigne de la présence d'une nappe d'eau temporaire à un moment donné [17]. Les processus pédogénétiques affectant ces sols sont le remaniement et le rajeunissement. Le remaniement exprimé par la forte charge en éléments grossiers (débris de cuirasse, gravillons ferrugineux, graviers et cailloux de quartz plus ou moins émoussés et ferruginisés) est une contrainte pour une mise en valeur agricole selon [18], tandis que le rajeunissement est exprimé par la présence de tâches diversement colorées au niveau des sols [19]. L'hétérogénéité qui prévaut la teinte des sols, selon [20] est la résultante de processus physicochimiques et hydrodynamiques. Sur cette base on assiste à une variation verticale et latérale de couleurs dans nos sols, qui passent de bruns sombres en surface à bruns plus clairs en profondeur. Selon [21] la couleur sombre des sols en surface est due à un enrichissement en matière organique du fait de la décomposition des végétaux et de l'action des microorganismes, alors que les oxydes de fer sont responsables des couleurs brunes des sols [22].

Les valeurs observées révèlent que le potentiel d'hydrogène de nos sols est acide et a tendance à augmenter avec la profondeur. Cette acidité aurait favorisé la mobilité des éléments traces métalliques [23].

Pour [24] la détermination des ETM peut fournir des informations de fonds sur le statut des ETM et sur la fertilité du sol. Dans ces conditions, évaluer le stock total d'un élément constitue une bonne approche pour étudier le degré et l'ampleur de la contamination par un élément métallique.

L'évolution verticale croissante des concentrations des métaux Ni, Cu, V et Fe au niveau de chaque profil de sols de la surface vers la profondeur fait penser qu'ils proviendraient essentiellement du fond pédogéochimique naturel. La lixiviation pourrait être aussi à l'origine d'un enrichissement de ces éléments en profondeur, car selon [25], les concentrations en ETM d'un sol subissant de la lixiviation des métaux et du lessivage doivent croître avec la profondeur. Les taches rouille observées dans les profils attestent du phénomène de migration du fer dans les profils. Par ailleurs les oxydes de Fe peuvent fixer ces ETM qui ont une plus grande affinité pour le Fe [26], ainsi la migration des oxydes de fer vers les horizons plus profonds va entraîner avec elles les ETM qui lui sont associés. Les autres éléments sont plus ou moins corrélés avec le Mn, cela s'explique par le fait que les oxy-hydroxydes de Mn les immobilisent ainsi que la matière organique en surface [27].

Latéralement on assiste à l'augmentation et ou à la diminution des teneurs en ETM depuis le sommet vers le bas versant ; cette variation latérale rend compte d'un transfert latéral (évolution latérale) de ces ETM depuis le sommet vers le bas versant. Cette évolution latérale serait due selon [28] à une érosion hydrique ou éolienne qui a bien pu entraîner les différences de concentrations latérales sur la toposéquence.

Les teneurs en As, Cd, Zn, Sr et Pb correspondent aux teneurs naturelles observés dans les sols ordinaires, de toutes granulométries, hors anomalies géochimiques. Par contre, les concentrations en Ni, Cu, V, Fe, Mn, Ba, Ti et Hg dans les sols sont élevées comparées aux normes internationales. Ni, Cu et Ti présentent des anomalies géochimiques selon [29] et [30]. Ces derniers fixent les gammes de teneurs d'anomalies géochimiques pour les éléments Ni, Cu, et Ti, respectivement, de 60 à

130 mg.kg⁻¹, 65 à 160 mg.kg⁻¹ et 7 à 55 mg.kg⁻¹. Le Mn et le Fe sont présents naturellement dans le sol et, [31] indique la teneur totale seuil de Mn dans les sols français à 300 mg.kg⁻¹ or les valeurs dans nos sols vont jusqu'à 3251,82 mg.kg⁻¹. Le Mn présente donc une anomalie géochimique. Au niveau du Hg, les concentrations varient jusqu'à 15,95 mg.kg⁻¹ et très largement supérieures à celles données par [29] et [30] qui indiquent les teneurs moyennes en Hg de l'écorce terrestre à 0,05 mg.kg⁻¹ [29], et la limite à 1 mg.kg⁻¹ [30]. Cependant les teneurs élevées du site au niveau de l'échantillon 7 pris très à proximité d'une des usines de traitement du minerai serait dû aux effets des résidus de traitement très riches en mercure utilisés pour amalgamer l'or. Ainsi, nous pouvons affirmer que les activités de la mine entraînent une contamination des sols en Hg, une contamination plus locale. L'analyse des échantillons composite a montré que les concentrations en métaux étaient plus élevées au niveau des sols de la mine, mais cependant comme il a été établi que les éléments traces métalliques avaient une origine naturelle, on ne pourrait dire que la mine contribuerait à la contamination des sols en ETM sauf bien sûr en mercure

4 CONCLUSION

Les résultats obtenus ont montré que les sols sont essentiellement des Cambisols avec des teintes brunes variées. Ces sols sont rajeunis, indurés par endroits et suffisamment pourvus en éléments grossiers, ce qui constitue une contrainte à la mise en valeur agricole. En outre, le statut acido-basique de ses sols est acide. Cette acidité a joué un rôle important dans la mobilité des éléments traces métalliques. Les métaux analysés indiquent qu'il y a une contamination des sols en Hg et que le Cd était absent sur notre site. La fluorescence au rayon X a montré que les éléments Ni, Cu, Mn, Ba, V et Ti ont des concentrations supérieures aux normes internationales. Ils sont plus ou moins anormalement enrichis dans nos sols. Les éléments As, Cd, Zn, Sr et Pb ont des teneurs qui sont inférieures aux normes autorisées.

REFERENCES

- [1] T. Jaffré, F. Rigault et J. M. Sarraillh, "La végétalisation des anciens sites miniers en Nouvelle-Calédonie," Dossier Nouvelle Calédonie, Montpellier, FRANCE, 896 p, 1994.
- [2] Z. Dang, C. Liu et J. Haigh, "Mobility of heavy metals associated with the natural weathering of coal mine spoils," *Environmental Pollution* 118 (3), pp. 419-426, 2002.
- [3] A. Sebei, F. Chaabani et M. K. Ouerfelli, "Impacts des rejets miniers sur le sol et les plantes de la région de Boujaber (NO.Tunisie) Fractionnement chimique des métaux lourds dans les sols," *Geo-Eco-Trop*, 29: pp. 37-50, 2005.
- [4] G. Miquel, "Effets des métaux lourds sur l'environnement et la sante," Rapport 261 de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 365 p, 2001.
- [5] A. Kabata-Pendias et H. Pendias, "Trace elements in soils" 3rd Ed. Boca Raton, London, New York, CRC press, 413 p, 2001.
- [6] CCME, "Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement. Recommandations Canadiennes pour la Qualité de l'Environnement," Excerpt from Publication No. 1299; ISBN 1-896997-34-1; PN 1452, 2007.
- [7] L. Y. Jiang, X. E. Yan, Z. L. He, "Growth response and phytoextraction of copper at different levels in soils by *Elsholtzia splendens*," *Chemosphere* 55: pp. 1179-1187, 2004.
- [8] M. L. El Hachimi, M. Fekhaoui, A. E. Abidi, A. Rhoujatti, "Contamination des sols par les métaux lourds à partir de mines abandonnées: le cas des mines Aouli-Mibladen-Zeïda au Maroc," *Cah Agric*, 23: 213-9, 2014.
- [9] K. A. F. Yao, "Développement d'une méthodologie pour une meilleure évaluation des impacts environnementaux de l'industrie," Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier (France), 211 p, 2018.
- [10] H. D. Thi, "Impacts des métaux lourds sur l'interaction plante/ ver de terre/ microflore tellurique" doctorat de l'université paris est, 145 p, 2009.
- [11] M.C. Jung et I. Thornton, "Heavy metal contamination of soils and plants in the vicinity of a leadzinc mine, Korea," *Appl Geochem*, Vol.11, pp. 53-9, 1996.
- [12] PRICI, "Financement additionnel au projet d'urgence de renaissance des infrastructures. Financement: Don IDA no H 79000-CI. Cadre de Gestion Environnementale et Sociale (CGES)," Rapport final, 204 p, 2006.
- [13] L. B. Diomande, W. H. Dougba, C. Kanko, B. Kone, A. Yao-Koumé, "Les teneurs en carbone, azote et phosphore du sol sur l'occurrence de *Lippia multiflora*M. (théier de savane) et la composition chimique de son huile essentielle extraite des feuilles au NordOuest de la Côte d'Ivoire," *Int. J. of Biol. and Chem. Sci.* 9 (1), pp. 492-503, 2015.
- [14] T. DAMBIO, "Etude morpho-pédologique d'une zone représentative de la zone des savanes sub-soudanaise dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire (sous-préfecture de worofla)," Rapport de stage ORSTOM, 20p, 1981.
- [15] P. André, A. Marc, D-Y. Bertin, E. Botty, "Découverte d'un diatrème de kimberlite diamantifère à Séguéla en Côte-d'Ivoire," *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série IIa, Sciences de la terre et des planètes*, Elsevier, 336, pp. 9-17. (2004).

- [16] K. E. Yoboué, K.P. Kouadio, L. O. Blé, et A. Yao-Kouamé, "Caractéristiques Morphopédologiques et Géochimiques des Sols Brunifiés de Anikro et de Kahankro (CentreSud de la Côte d'Ivoire," *European Journal of Scientific Research* No.3, pp. 295-296, 2018.
- [17] A. Yao-Kouamé, G. F. Yao, A. K. Alui, A. K. N'guessan, T.P. Tiemoko et Y. K. Kroman, "Etude morphopédologique du bassin versant du mont Blanguand dans le massif du Yaouré en région centre de la Côte d'Ivoire," *Afrique SCIENCE* 04 (3), pp. 426-451, 2008.
- [18] J. M. Avenard, "Aspect de la géomorphologie. Le milieu naturel de Côte d'Ivoire," *ORSTOM*, 391 p, 1971.
- [19] A. Yao-Kouamé, "Caractéristiques physiques des sols brunifiés dérivés des formations du complexe volcano-sédimentaire de Kanhankro (Toumodi) en moyenne Côte d'Ivoire," *Rev. CAMES-Série A*, Vol. 05, pp. 76-86, 2007.
- [20] B. Kone, A. Assa, "Utilisation des données pour l'évaluation de l'hétérogénéité des sols ferralitiques par la couleur selon le code munsell," *Agronomie Africaine* 20 (2), pp.179 190, 2008.
- [21] D. Arrouays et I. Vion, "Utilisation de la couleur des sols pour l'évaluation de leur taux de matière organique. Un test simple pour des sols limoneux du piémont pyrénéen," *Science du sol*, Vol. 31, 1/2, pp. 1-16, 1993.
- [22] C. Barnérias, F. Bohn, S. Dubois, G. Junod, M. Le Treis et J. S. Pousse, "Effets de l'engorgement hydrique sur la couleur des sols et la distribution des espèces," *Etudes du Bureau Agricole et Forestier de l'Ouest Guyanais (BAFOG)*, 34 p, 2004.
- [23] N. Touré, A. Yao-Kouamé, K. A. Alui, T. P. Guety, "Evaluation en éléments majeurs et traces métalliques d'un environnement de production agricole dans la vallée du Niéki au Sud-Est de la Côte d'Ivoire," *Journal of Applied Biosciences* ISSN 1997-5902, 34, pp. 2134 – 2144, 2010.
- [24] S. Albanèse, "Evaluation of bioavailability of potentially harmful elements in urban soils through ammonium acetate-EDTA extraction: a case study in southern Italy," *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 8 (1). Geological Society of London, Londra, Regno Unito, pp. 49 – 57, 2008.
- [25] D. Baize, "Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols français, Références et Stratégies d'interprétation" *INRA Editions*, Paris, 410p. 1997).
- [26] D. Sparks, "Environmental soil chemistry". San Diego, 267p, 1995.
- [27] G. Colinet, "Eléments traces métalliques dans les sols. Contribution des déterminants de leur distribution spatiale en région limoneuse Belge," *Th. Doc. Université des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique)*, 139 p, 2003.
- [28] T.P. Guety, "Risque de pollution et de contamination par des ETM (Pb et Cd) dans les agroécosystèmes périurbains de Côte-d'Ivoire: diagnostic des sites maraichers de Yopougon, Port-bouët et Bingerville," *Thèse de doctorat unique*, Université Félix Houphouët Boigny, 183p, 2015.
- [29] B. J. Alloway, "Heavy metals in soils Blackie Academic & Professional," Glasgow, 339p, 1990.
- [30] D. Baize, "Teneurs totales en " métaux lourds " dans les sols français. Résultats généraux du programme ASPITET," *Le Courrier de l'environnement* n°39, pp.39-54, 2000.
- [31] Afnor, "Qualité des sols," *Recueil de Normes Françaises*, 3ème Edition, Paris, pp. 212-213, 1996.

Caractérisation granulaire et valorisation des sables d'altération des massifs granitiques de la carrière d'exploitation artisanale de sable de Nepenet (Bafoussam Cameroun)

[Granular characterization and valorization of the weathering sands of the granite massifs of artisanal sand harvesting of Nepenet (Bafoussam Cameroon)]

Merveilles Nguefack Ymejack¹, Clautaire Mwebi Ekengoue¹⁻²⁻³, Kossi Bollanigni Amey²⁻⁴, Rodrigue Fotie Lele²⁻³, Cherif Bishweka Biryondeke²⁻⁵⁻⁶, and Armand Kagou Dongmo¹⁻²

¹Département des Sciences de la Terre, Laboratoire de Géologie de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun

²Association Scientifique Africaine pour l'Innovation et l'Entrepreneuriat (ASAIE), Yaoundé, Cameroun

³Green Heart International (GHI), Head Office Building Waffo Pierre, Afrique Construction Ndiandam, P O Box: 1450 Bafoussam, Cameroun

⁴Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs (ENSI), Université de Lomé, Togo

⁵Faculté des Sciences et Technologies Appliquées, Département de Génie Civil, Université Libre des Pays des Grands Lacs (ULPGL), Goma, RD Congo

⁶Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP), Yaoundé, Cameroun

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Despite the abundance of sand mining sites observed in Cameroon and especially in the Western region, the recognition of the granular properties of these building materials remains a major issue for local builders. This study focuses on the characterization of granular properties of Nepenet sand. On-site sand samples were subjected to laboratory tests to determine their granular properties. Analysis results show that sands are clay ($SE \approx 65 < 70\%$) and medium sized ($2.5 < Mf \approx 3.175 < 3.5$). Washing makes sand coarse by loss of these fine elements ($Mf > 3.6 < 3.5\%$) with negligible improvement in their cleanliness ($SE \approx 70\%$). These natural sands are therefore not recommended for concretes. However, treatment by mechanical washing can make them suitable for concrete of good resistance to the detriment of the ease of implementation. Thus, the improvement of the quality of the sand lies in the installation of a washing device in order to make these materials cleaner.

KEYWORDS: Sand, Cameroon, granular characterization, washing, treatment.

RESUME: Malgré l'abondance des sites d'extraction de sable observés au Cameroun et particulièrement dans la région de l'Ouest, la reconnaissance des propriétés granulaires de ces matériaux de construction reste un enjeu majeur des bâtisseurs locaux. Cette étude porte sur la caractérisation des propriétés granulaires du sable de Népenet. Des échantillons de sable prélevés sur le site ont subi des essais de laboratoire pour la détermination de leurs propriétés granulaires. Les résultats des analyses montrent que les sables sont argileux ($ES \approx 65 < 70\%$) et de granulométrie moyenne ($2,5 < Mf \approx 3,175 < 3,5$). Le lavage rend le sable grossier par perte de ces éléments fins ($Mf > 3,6 < 3,5\%$) avec une amélioration négligeable de leur propreté ($ES \approx 70\%$). Ces sables à l'état naturel ne sont donc pas recommandés pour les bétons. Néanmoins un traitement par lavage mécanique

peut les rendre adapté au béton de bonne résistance au détriment de la facilité de mise en œuvre. Ainsi l'amélioration de la qualité dudit sable réside en la mise en place d'un dispositif de lavage permettant de rendre ces matériaux plus propres.

MOTS-CLEFS: Sable, Cameroun, caractérisation granulaire, traitement, lavage.

1 INTRODUCTION

Le sable est l'une des matières premières la plus utilisée au monde après l'eau et l'air. Bien qu'il soit classé parmi les minéraux de développement dits « négligés » [1]. Au Cameroun comme ailleurs, ce matériau de construction est d'importance capitale dans le Génie Civil [2], [3] et les travaux de construction d'ouvrage d'Art. En effet, engagé dans le processus de pays émergent à l'horizon 2035 [4], le gouvernement Camerounais a entrepris la réalisation de grands travaux tels que la construction des routes, des autoroutes, des stades et de multiples autres infrastructures de nature diverse sur toute l'étendue du territoire national. Ce qui nécessite d'importantes quantités de matériaux de construction tels que le gravier, le ciment, la latérite, la pouzzolane et notamment le sable. A Bafoussam, comme pour le cas des villes de Yaoundé (Capitale politique) et Douala (Capitale économique), de nombreux chantiers à caractère individuel et public sont entrepris. Comme conséquence, l'on assiste à une augmentation progressive de la demande en sable, matérialisée par l'exploitation abusive des massifs granitiques et basaltiques dégradés par le phénomène d'érosion. Face à cette demande de plus en plus grandissante de ces différents matériaux de construction, de nouveaux sites sont découverts dont celui de Nepenet qui est une carrière artisanale en pleine exploitation dans l'arrondissement de Bafoussam III, plus précisément dans la localité de Kouabang I, à Bamougoum [5], [6].

L'utilisation des sables dans le génie civil met en interaction les ciments, gravier (dans certains cas) et eau avec des dosages choisis dans la plupart des cas sur la base de l'expérience. Cette méthode ne permet pas une meilleure utilisation de ces matériaux de construction où leurs propriétés granulaires, variant d'un gisement à l'autre, ne sont pas prises en compte. Comme conséquences, on observe dans la ville de Bafoussam et environs une mauvaise tenue des enduits des revêtements sur les murs, la fissuration et l'effritement des poutres et des poteaux ainsi que la ruine des ouvrages dans certains cas. A contrario, les résultats de l'enquête ouverte auprès des populations riveraines, portant sur la qualité du sable des montages en général et celui de Nepenet en particulier, ont montré que ce sable est à 67% de bonne qualité et à 14% de très bonne qualité. Ces résultats antagonistes constituent la principale cause de notre motivation à s'investir à l'étude des propriétés granulaires du sable de la carrière de Nepenet dans la ville de Bafoussam. Nepenet est la localité du village Kouabang I, une agglomération de la ville de Bafoussam, situé à 5 km environs du centre urbain. Sur le plan géographique, Nepenet est situé entre les coordonnées N5°24'; 5°34' de Latitude et E10°20'; 10°26' de Longitude. Le massif granitique en exploitation artisanale qui fait l'objet de cette étude est représenté par la figure 1 et la figure 2.

L'objectif de cette étude est de caractériser ce sable de Nepenet en vue de déterminer le traitement nécessaire permettant son utilisation comme granulats de béton. Les propriétés granulaires sont déterminées à savoir: l'Equivalent de sable, la granulométrie, le module de finesse et la densité, en vue de proposer des mesures d'atténuation des risques issus de l'utilisation de ces matériaux de construction.

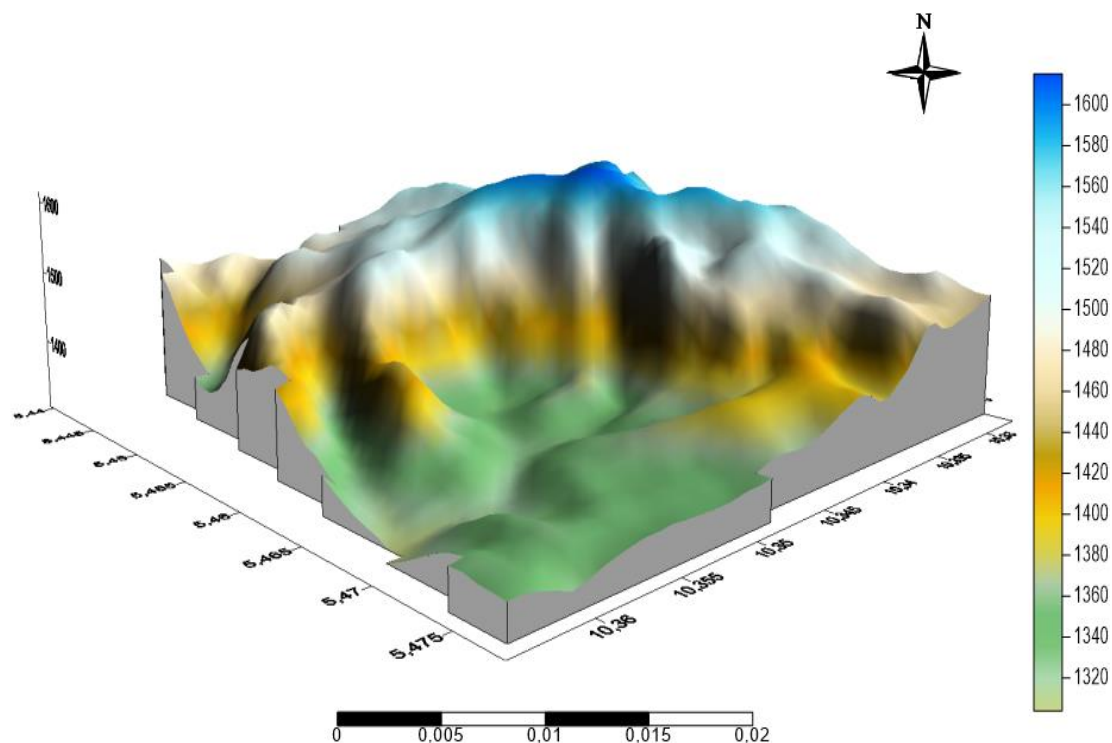


Fig. 1. Représentation numérique 3D de la carrière de sable de Népenet

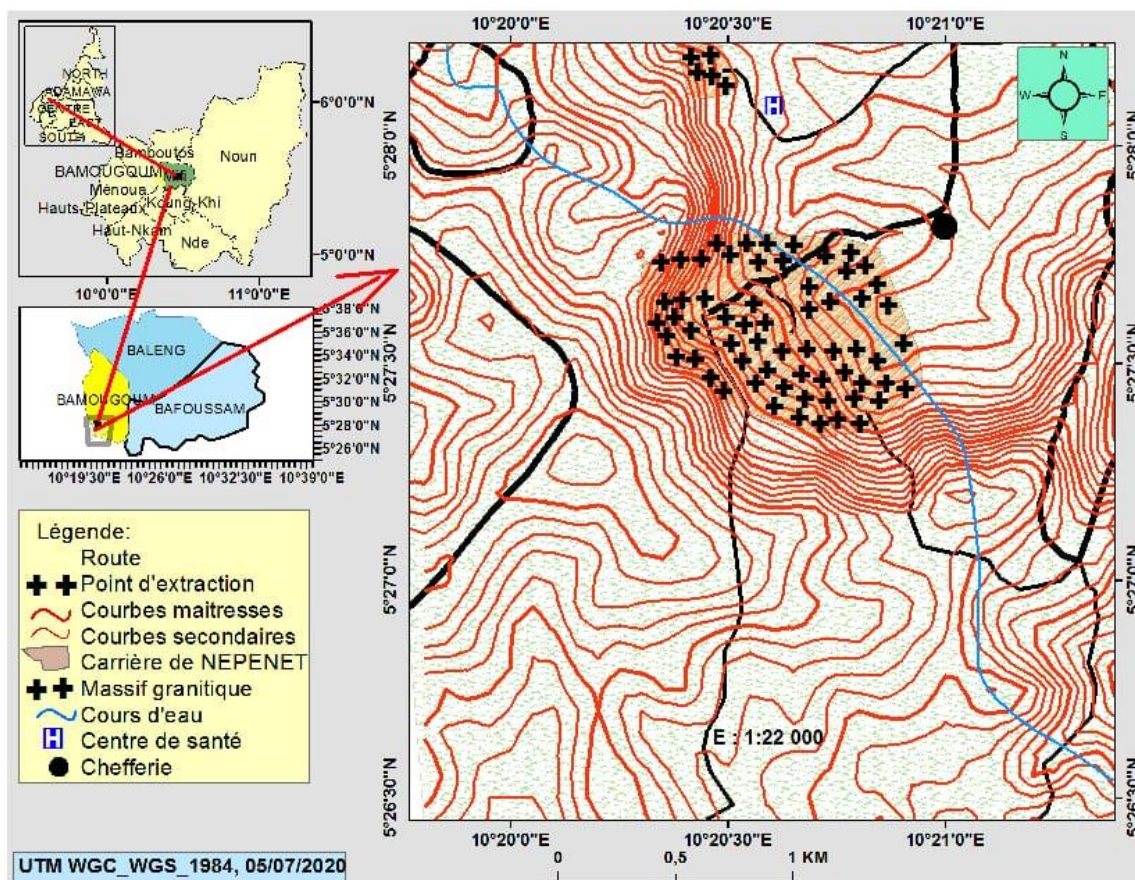


Fig. 2. Carte de localisation de la carrière de NEPENET

2 MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE

2.1 MATÉRIEL

Pour mener à bien cette étude, plusieurs outils sont utilisés:

- Un GPS de marque GARMIN et caractéristique Etrex 20, 64sx, pour les relever des coordonnées géographiques;
- Un marteau du géologue, pour l'échantillonnage des roches afin de mieux identifier les minéraux présents;
- Une loupe binoculaire de marque Dmitriy Shpilko, pour l'identification du matériau;
- Un appareil complet d'équivalent de sable de marque TECKAMAT pour la propreté des sables;
- Une série de Tamis avec des mailles carrées de tailles: 0,063-0,08-0,125-0,25-0,5-1-2-4 et 5 pour l'analyse granulométrique
- Une balance électronique de marque SILVERCREST, de charge maximale 5000 g et de précision 0,1 g;
- Une étuve de marque TECKAMAT de température maximale de 250°C et de précision de 5°C, pour la conservation des sables
- Un équipement complet de mesure de poids spécifique: Pycnomètre et accessoires
- Un équipement complet de mesure de la densité apparente
- Un logiciel Arcgis pour dresser la carte de localisation de la zone d'étude
- Un logiciel Surfer 12 pour sortir l'image 3D de notre zone d'étude
- Google Earth Pro pour l'extraction de l'image satellitaire de la zone d'étude

2.2 MÉTHODOLOGIE

Les coordonnées géographiques collectées ont permis de ressortir d'une part le model numérique 3D (Fig. 1) ainsi que la carte de localisation de la zone d'étude (Fig. 2), et pour mener les enquêtes auprès des populations utilisant le sable provenant de la carrière de Népenet. Environ 50Kg de sables collectés sont soumis à des essais dans le laboratoire de Sol Solution Afrique Centrale conformément aux normes NF EN 933-1 [7], NF EN 933-2 [8], NF ISO 9276-1 [9], NF ISO 9276-2 [10], NF ISO 9276-4 [11], NF EN 933-8 [12], NF EN 12620 [13], NF P 18-304 [14], NF X 11-630 [15]. Les propriétés granulaires déterminés sont: l'Equivalent de Sable, l'Analyse Granulométrique, les densités absolue (poids spécifique) et apparente. Les échantillonnages sont faits par quartage.

3 RÉSULTATS

3.1 ORGANISATION ET DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ D'EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE DE NÉPENET

L'exploitation artisanale du sable de Népenet est hiérarchiquement organisée. Cette exploitation se fait en quatre grandes étapes: le creusement, le lavage, le stockage et la vente. Le creusement (Fig. 3a) est l'activité qui consiste à creuser le sol du massif en exploitation. Le lavage quant à lui est l'opération qui consiste à nettoyer le matériau extrait avec de l'eau afin d'y extraire l'argile (Fig. 3b). Les eaux de lavage proviennent directement de trois étangs (Fig. 3c), construits manuellement par les artisans. Ces étangs, de volumes respectifs 30m×25m×2m; 13m×12m×1,80m et 15m×10m×2m suivant leur longueur, largeur et profondeur, tirent respectivement leur approvisionnement du captage d'une partie des eaux du réseau d'adduction gravitaire en eau potable du village, et de deux points de source naturelle d'eau en surface. Une fois pleins, l'eau emprisonnée dans les différents étangs est libérée à partir du troisième étang inférieur. Cette eau emporte et lave le sable creusé et posé sur son passage au fur et à mesure de son écoulement (Fig. 3d), qui dure 6h30 minutes environs dans les conditions les plus favorables. En effet, les étangs sont liés de manière continue par des passerelles de circulation d'eau, ouvertes ou non en fonction des périodes de stockage ou d'utilisation.



Fig. 3. Vues partielles de la carrière d'exploitation. (a) creusement du sable par un artisan, (b) lavage du sable, (c) étang de stockage d'eau dans la carrière, (d) lavage du sable par les eaux provenant des étangs, (e) bassin de rétention du sable lavé, (f) pelles manuelle utilisé par les artisans pendant l'exploitation du sable, (g, h) tas de sables déjà lavés, stocké et prête à commercialisation, (i) commercialisation du sable à Nepenet.

C'est ainsi que le sable « sale » emporté par les courants d'eau sur une distance moyenne de 400 m, est lavé et recueillie à la sortie d'un bassin en aval créé à cet effet (Fig. 3e). Ce bassin est doté d'un système de sortie contrôlé, haut de 1,5 m, construit en bois local, laissant voir un agencement horizontal de bois plats et une ouverture centrale rectangulaire de 100 cm sur 20 cm. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci, le sable est recueilli des eaux, moyennant l'utilisation de pelles manuelles (Fig. 3f) puis, stocké en différents tas [Fig. 3 (g, h)] en vue de leur commercialisation (fig. 3i).

3.2 RÉSULTATS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS AU LABORATOIRE

Les résultats d'analyses des échantillons au laboratoire sont donnés par les figures 4 à 8.

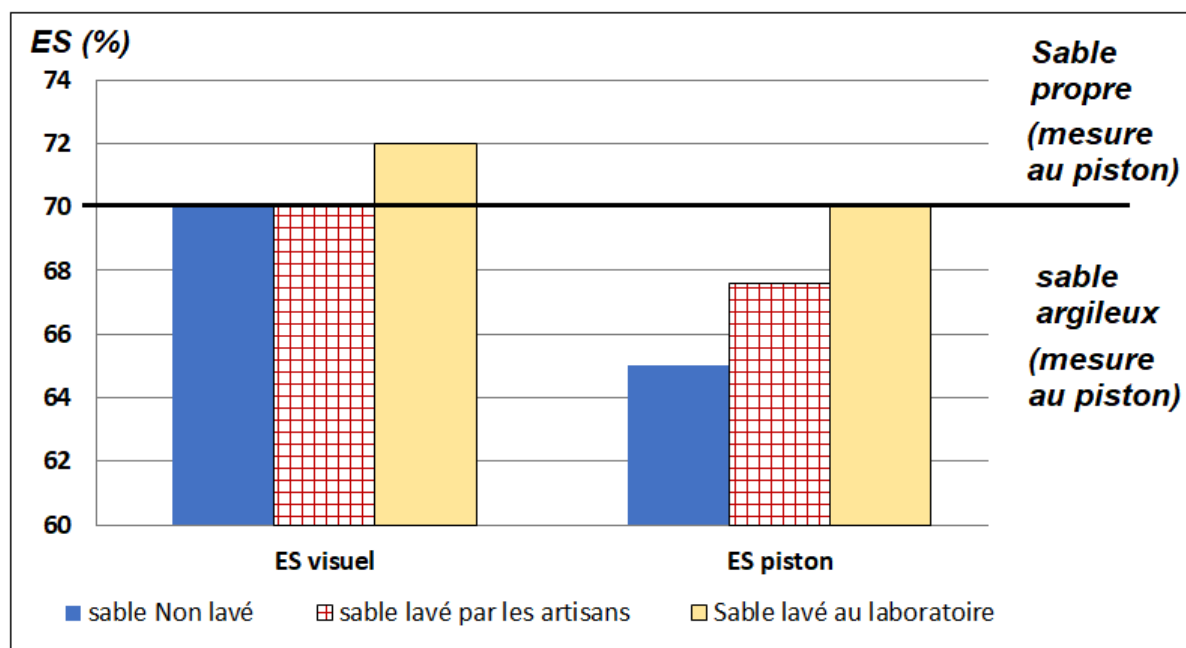


Fig. 4. Equivalent de sable des matériaux lavés et non lavés

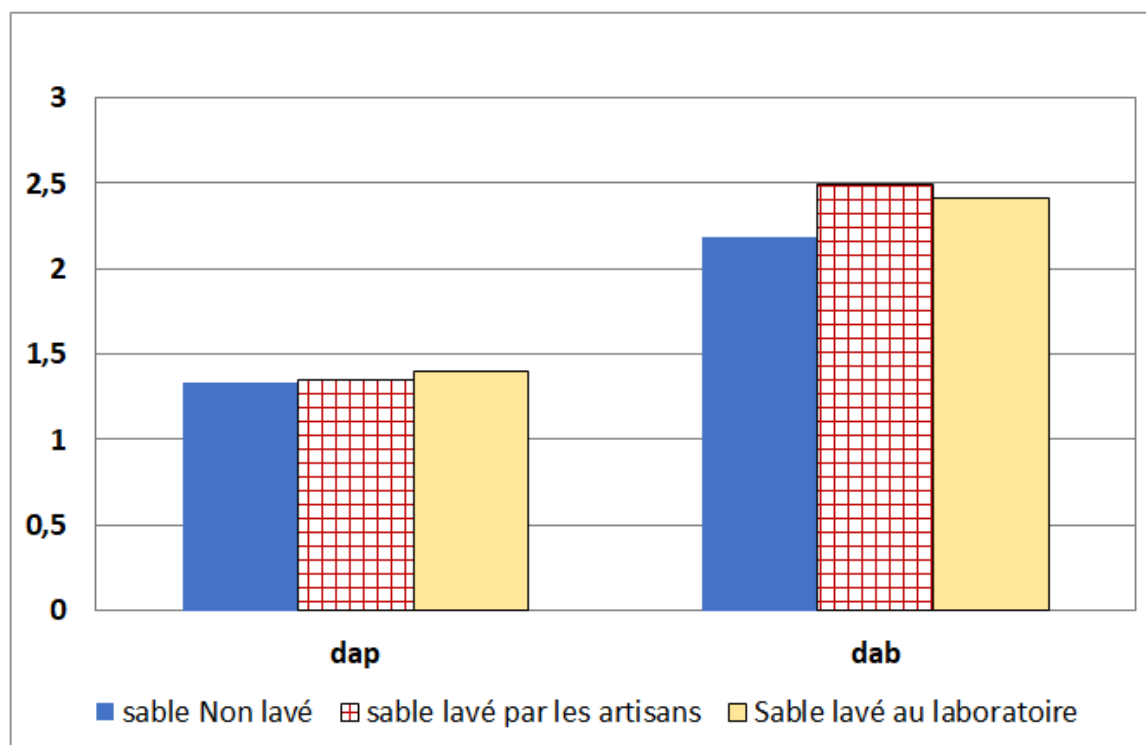


Fig. 5. Densité des matériaux lavés et non lavés

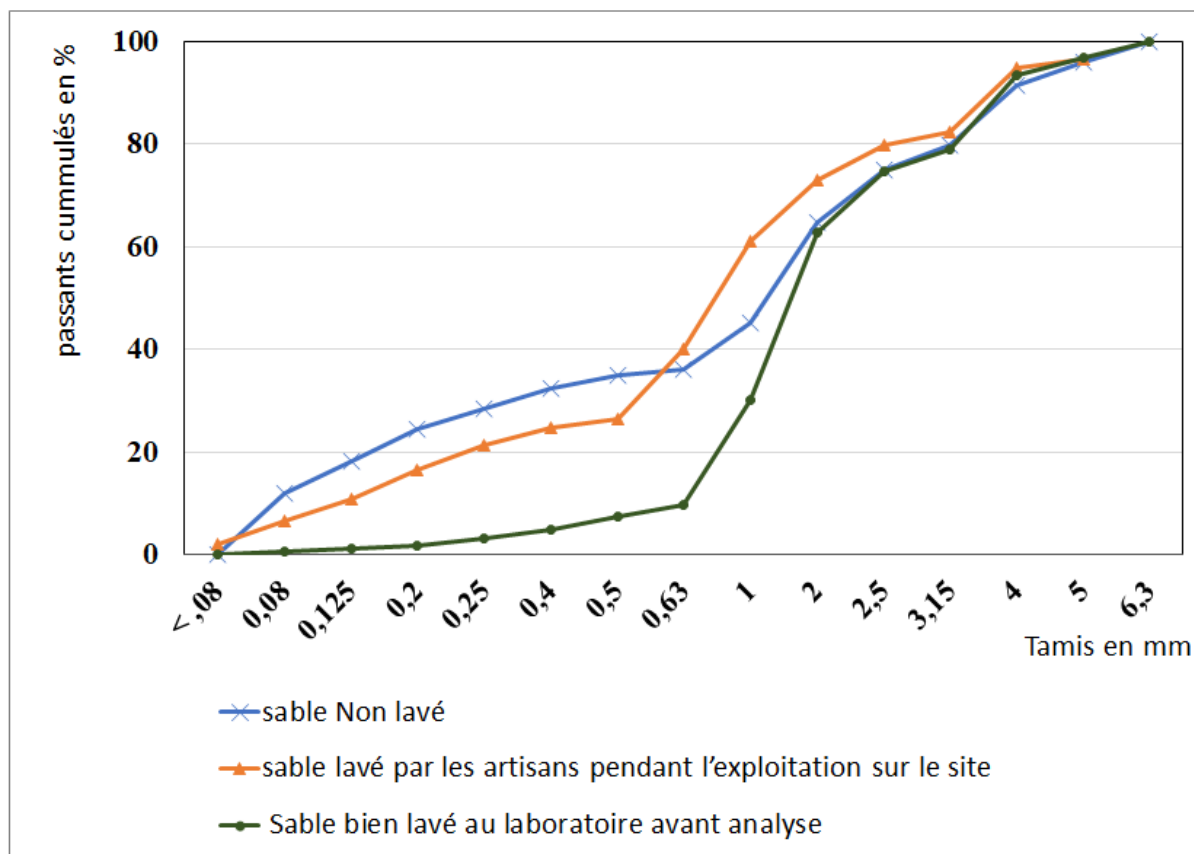


Fig. 6. Courbe granulométrique des matériaux lavés et non lavés



Fig. 7. Module de finesse des matériaux lavés ou non

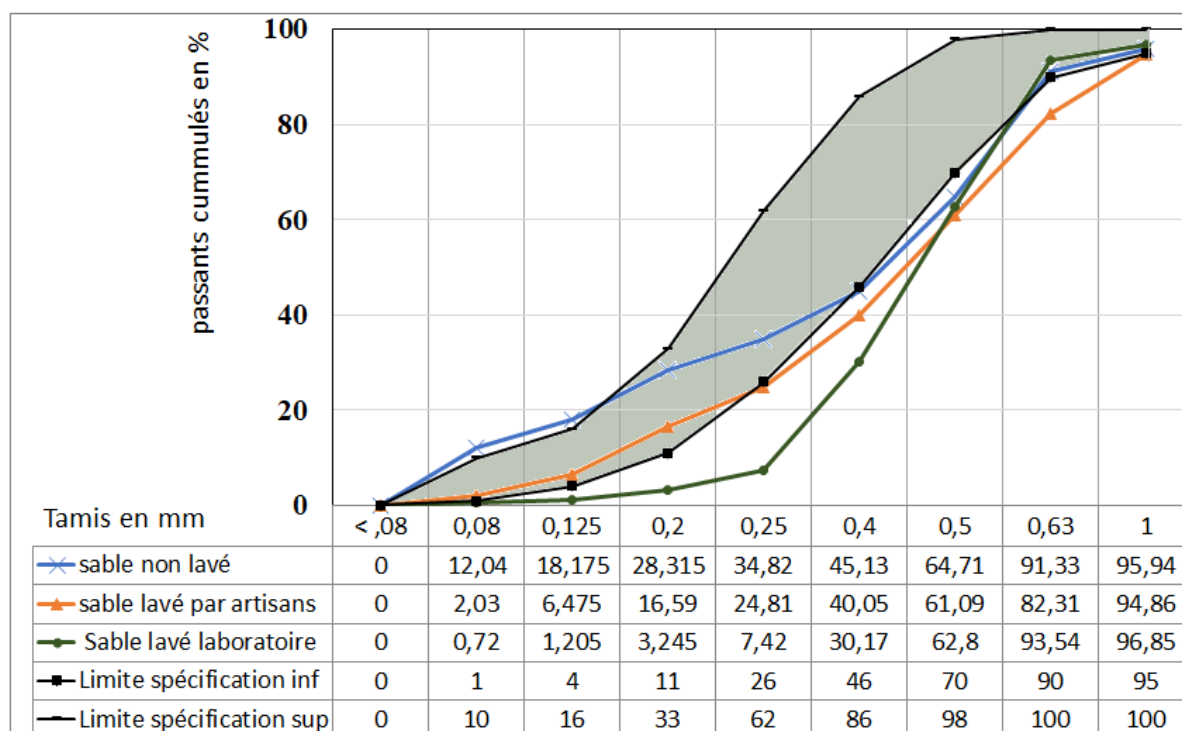


Fig. 8. Courbe granulométrique des matériaux lavés et non lavés dans le fuseau de spécification

Les résultats montrent que :

- Les sables ont une densité apparente de 1,33 sans lavage à 1,35 après lavage (Fig. 5). Ils sont de granulats adaptés aux bétons classiques.
- Quel que soit le mode de traitement, le module de finesse est compris entre 2,5 et 3,5 pour les sables non-lavés ($Mf \approx 3,175$) et supérieur à 3,5 ($Mf \approx 3,685$ et $4,016$) pour les sables lavés (Fig. 7). Ces résultats sont confirmés par les courbes granulométriques des trois sables (fig. 8). En effet, elles montrent que seuls les sables non-lavés sont 50% dans le fuseau alors que ceux lavés sont dans la zone des gros grains du fuseau de spécification. Les sables non-lavés ont donc une granulométrie adaptée à la production des bétons classiques tandis que ceux lavés sont adaptés aux bétons dont on recherche une résistance élevée au détriment de l'ouvrabilité.
- Seuls les sables lavés au laboratoire présentent un équivalent de sable de 70% (Fig. 4). Les sables non-lavés et lavés par les artisans ont des équivalents de sable inférieurs à 70% ($ES \approx 65$ et $67,59\%$). Ils comportent donc d'éléments argileux ne permettant pas leur utilisation dans le béton.

4 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 DISCUSSIONS

L'équivalent de Sable porté sur les échantillons provenant de la carrière de Nepenet a donné 67.59% pour la valeur au piston. Ces résultats, proches de ceux qu'ont obtenus Amey et al. [16], [17] 66.32% au Togo et par Taha-Hocine et Salim [18] en Algérie (65.73%), indiquent qu'il s'agit d'un sable légèrement argileux, au regard des recommandations indiqués par la norme NF P 18-598 [19]. En effet, la valeur 67,59 est très éloigné de celle obtenue par Happi [20] ($ES > 90$) lors de ses études portant sur la caractérisation de la production dans les sablières alluvionnaires de la Lékié et perspective de son amélioration: cas de la sablière de l'amitié (Nkol'Ossananga). Au regard de ce qui précède, cette différence justifie l'écart de propreté entre le sable alluvionnaire (sable Sanaga) et les sables éluvionnaires des hauts plateaux de l'Ouest. Ce résultat a été prévisible et reste jusqu'ici pas surprenant, car, contrairement aux sables de mer qui bénéficient de l'aspect dynamique de l'eau de mer donc très propres et dépourvus d'éléments fins [21], [22], [23], [24], [25] les sables silteux ne bénéficient pas de ce phénomène. Ils sont de plus couverts de terres végétales souvent fines et argileuses qui contribuent à les enrichir en éléments fins et argileux provenant du phénomène d'entraînement par les eaux pluviales qui s'infiltrant dans les sols [16]. En outre, le mode d'extraction

de ces matériaux de construction contribue aussi à la pollution de ces sables par un mauvais dégagement de la couverture végétale avant extraction [24], [25]. Par conséquent, pour ce qui est de leur utilisation pour la fabrication des bétons, ces sables ont des propriétés qui les écartent des composants de bétons classiques, et sont plutôt mieux adaptés aux bétons dont la facilité de mise en œuvre est plus recherchée au détriment de la résistance du béton fabriqué. Ce qui pourrait être la cause du résultat antagoniste obtenu lors des enquêtes de terrain, où jusqu'à 67% de la population enquêtée affirme qu'il s'agit d'un sable de bonne qualité, justifié par leur état de satisfaction.

Le traitement par la population de ce sable par lavage ne garantit toujours pas sa propreté ($ES=67,59\%<70$) et sa granulométrie ($Mf>3,684>3,5$) pour son utilisation dans le béton. Car ils comportent toujours d'éléments argileux qui sont des sources d'affaiblissement des résistances des bétons, et la diminution des éléments fins rendant le matériau trop grossier (Fig. 4, 7 et 8). Seul le lavage au laboratoire permet d'atteindre la juste limite de la propreté du sable pour béton ($ES=70\%$) et rendant le matériau plus grossier ($Mf=4,015$). Il est donc possible de procéder à un traitement de ce matériau par un lavage efficace pour le transformer en matériau pour béton sans ignorer qu'il provoque la disparition des éléments fins donnant ainsi un matériau mal gradué. Un meilleur système permettant de valoriser ces matériaux de construction réside donc en l'utilisation d'un système de lavage plus approprié.

4.2 RECOMMANDATIONS

Etant donné que les matériaux non-lavés ou lavés manuellement ne s'approprient pas à la production de béton de qualité, il est souhaitable que:

- Le mode lavage soit mécanisé pour garantir la qualité de ce matériau.
- A défaut de la mécanisation du procédé de lavage, une étude de formulation de béton et mortier soit faite spécifiquement avant toute utilisation de ce matériau [17], [26], [27].

5 CONCLUSION

L'activité d'exploitation du sable représente de nos jours un secteur important pour l'économie camerounaise. Cette étude est réalisée dans le but de déterminer les propriétés granulaires du sable de la carrière de Nepenet dans la localité de Kouabang I en vue d'assurer la sécurité et la durabilité des ouvrages. Des enquêtes menées auprès des intervenants dans le sable de cette carrière à savoir les exploitants, les acheteurs et les utilisateurs du sable provenant de ladite carrière sont menées suivi des essais de laboratoire réalisés sur les échantillons de sable. Le matériau à l'état naturel est argileux et n'est pas adapté aux travaux de béton ($ES\approx 64$). Traité par lavage, il devient propre ($ES\approx 70$) mais trop grossier ($Mf\approx 4,015>3,5$), s'adaptant aux bétons dont la résistance est recherchée au détriment de la facilité de mise en œuvre. Il est donc possible d'opérer un traitement par lavage mécanique permettant de réduire les risques de dégradation des ouvrages.

REFERENCES

- [1] Clautaire Mwebi Ekengoue; Rodrigue Fotie Lele; Armand Kagou Dongmo, 2018; « Influence de l'exploitation artisanale du sable sur la santé et la sécurité des artisans et l'environnement: cas de la carrière de Nkol'Ossananga, Région du Centre Cameroun » *European Scientific Journal*, 14 (15): 246-268., Doi: 10.19044/esj.2018.v14n15p246, 2018.
URL: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p246>.
- [2] Gavriltea M. D., "Environmental impacts of sand exploitation. Analysis of sand market", *Journal of sustainability* 1118 (9): 1-26, 2017.
- [3] Padmalal D., Maya, K., "Sand Mining: Environmental Impacts and Selected Case Studies", Springer: Berlin, Germany, 2014.
- [4] Ngouanfo S. N., « Impacts Socio-économique de l'exploitation artisanale du sable dans la localité de KOABANG 1 (Ouest Cameroun) », 2016.
- [5] PCD., Plan Communal de Développement de la commune d'arrondissement de Bafoussam 3ème, 2013.
- [6] NF EN 933-1 (1997), Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats, Partie 1: Détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage.
- [7] NF EN 933-2 (1996), Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats, Partie 2: Détermination de la granularité – Tamis de contrôle, dimensions nominales des ouvertures.
- [8] NF ISO 9276-1 (1998), Représentation de données obtenues par analyse granulométrique - Partie 1: Représentation graphique.

- [9] NF ISO 9276-2 (2001), Représentation de données obtenues par analyse granulométrique - Partie 2: Calcul des tailles / diamètres moyens des particules et de moments à partir de distributions granulométriques.
- [10] NF ISO 9276-4 (2001), Représentation de données obtenues par analyse granulométrique - Partie 4: Caractéristique d'un processus de triage.
- [11] NF EN 933-8 (1999), Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats, Partie 8: Evaluation du fin-Equivalent de sable.
- [12] NF EN 12620 (2002), Granulats pour béton.
- [13] NF P 18-304 (1973), Granulométrie des granulats.
- [14] NF X 11-630 (2001), Granulométrie – Vocabulaire.
- [15] Amey K. B., Neglo K., Tamba S. et Johnson A. K. C., « Caractérisation physique de sables silteux au Togo », Afrique SCIENCE, 10 (2) (2014) 53 - 69 53, ISSN 1813-548X, <https://www.ajol.info/index.php/afsci/article/view/109653>, 2014.
- [16] Amey K. B., « Formulation de la composition des mortiers-Etude expérimentale faite sur les sables silteux », Editions Universitaires Européennes, ISBN: 978-613-8-44027-7; OmniScriptum Publishing Group, Germany, 2018.
- [17] Taha-Honice D., Guettala S., « Effets de divers types de sables sur les propriétés d'un béton autoplaçant », Journée nationale du béton (JNB), Troisième conférence du génie civil et de la planification urbaine, 2017.
- [18] NF P 18-598 (1991), Granulats - Équivalent de sable - GRANULATE.
- [19] Happi T. W., « Caractérisation de la production dans les sablières alluvionnaires de la Lékié et perspective de son amélioration: cas de la sablière de l'amitié (Nkol'Ossananga) », Département des Sciences de la Terre, Université de Dschang, 70p., 2015.
- [20] Amey K. B., Bedja K et Neglo K., « Etude de l'évolution transversale des distributions différentielle et cumulative et de la classe granulaire », Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, ISSN: 2413-354X; 2005 Série E; Volume 7 (2): 135-142; <https://www.ajol.info/index.php/jrsul/article/view/119075>, 2005.
- [21] Amey K. B., « Caractérisation des sédiments sableux du littoral togolais: Expérimentation et détermination d'une formule de sable normal », Thèse de Doctorat unique en science de l'ingénieur, Université de Lomé au Togo, 2006.
- [22] Amey K. B., Bédja K., Neglo K., « Distribution longitudinale de la granulométrie du sable littoral togolais: Grain moyen, sorting index et skewness », Journal des Sciences Pour l'Ingénieur, African Journals Online (AJOL), ISSN: 0851-4453, N°8 2007, pages 1 à 8., 2007.
- [23] Amey K. B., « Potentialité granulaire des sédiments sableux des littoraux- lois et modèles de distribution », Editions Universitaires Européennes, ISBN: 978-613-9-53347-3; OmniScriptum Publishing Group, Germany, 2020.
- [24] AMEY Kossi Bollandigni, NEGLO Kouma; 2018; « Characterisations of Parameters of Granularity of Sediments from Togolese Littoral: Granular Potential »; American Journal of Applied Sciences; Science Publications; ISSN Print: 1546-9239; ISSN Online: 1554-3641; Volume 15; Issue 8; 2018; page n° 399-408.
doi: 10.3844/ajassp.2018.399.408;
<http://thescipub.com/abstract/10.3844/ofsp.12132>;
<https://thescipub.com/pdf/10.3844/ajassp.2018.399.408>.
- [25] Kemgang Y. L. D., « Evaluation de la pollution de l'eau due à l'activité de la sablière de Tsoutsang en vue de proposer des mesures d'atténuation », Mémoire de Master professionnel, Département des Sciences de la Terre, Université de Dschang, 54p., 2015.
- [26] Amey K. B., Samah O. D., Neglo K., Amoussou K., Sounsah K. M., Tchamdja B., « Experimental Study of the Formulation of Mortar Based on Silty Sand of Togo », American Journal of Civil Engineering and Architecture, Science and Education Publishing, ISSN: 2328-3998, volume 6 No. 5 page N° 172-179.
doi: 10.12691/ajcea-6-5-1., <http://pubs.sciepub.com/ajcea/6/5/1>, 2018.

Evaluation des performances des projets et programmes de développement rural au Cameroun

[Performance evaluation of rural development projects and programs in Cameroon]

Awe Baina Modeste^{1,2}, Manu Ibrahim Nformi³, Eso Ondo Angeline Martine⁴, Tiwan Gildas⁵, Daiwe Baina Seraphin⁶, and Mai Godne Baina Hippolyte⁷

¹Département de Socio-économie Rurale et de Vulgarisation agricole, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP 96, Dschang, Cameroun

²Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA), Yaoundé, Cameroon

³Département de Socio-économie Rurale et de Vulgarisation agricole, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP 96, Dschang, Cameroon

⁴Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA), Yaoundé, Cameroon

⁵Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, BP 96, Dschang, Cameroon

⁶Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Maroua, BP 46, Maroua, Cameroon

⁷Economie et Sociologie Rurale, Institut Supérieur d'Agriculture et de Gestion d'Obala – ISAGO, BP 233, Obala, Cameroon

Copyright © 2020 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 on the evaluation of the performance of the portfolios of technical and financial partners of rural development projects and programmes in Cameroon, was carried out between July 2018 and November 2019. Its overall objective was to contribute to the assessment of the performance of projects and programmes in order to propose areas for improvement with a view to their overall success. Specifically, it was a question of assessing the technical and financial performance of rural development projects and programmes in Cameroon. The data were collected during individual and group interviews with the various stakeholders of development projects and programmes in Cameroon. Three hundred and sixty-nine (369) people, including representatives of technical and financial support agencies, project and programme staff, strategic and operational partners, beneficiaries and residents were surveyed with a participation rate of 91.86%. Descriptive statistics were used for data analysis with SPSS version 26 and Excel. For other types of data, we verified their consistency against existing literature. The analysis of the data shows that seventeen (17) main technical and financial support agencies have been involved in the rural sector over the past two decades through fifty-six (56) rural development projects and programmes. The number of projects and programmes by portfolio of technical and financial support agencies varies from 2% for the smallest portfolio to 14% for the largest portfolio. The best performing technical and financial support agencies have a portfolio performance of 82% compared to 6% for the least performing. The portfolios of technical and financial partners, whose performance is very satisfactory, are those who have projects and programmes for setting up infrastructure such as the construction of slaughterhouses, rural electrification or the construction of factories etc. Moreover, it appears from our analysis that 53% of the financial resources granted by the technical and financial support agencies are not disbursed, which gives an average overall financial performance of 47%.

KEYWORDS: Evaluation, Performance, Project, Programme, Rural development.

RESUME: Cette étude sur l'évaluation de la performance des portefeuilles des partenaires techniques et financiers des projets et programmes de développement rural au Cameroun, a été réalisée entre Juillet 2018 à Novembre 2019. Elle avait pour objectif global, de contribuer à l'appréciation des performances des projets et programmes afin de proposer des axes d'améliorations dans une perspective de réussite globale desdits projets et Programmes. De manière spécifique, il était

question d'évaluer les performances technico-financières des projets et programmes de développement rural au Cameroun. Les données ont été collectées lors des entretiens individuels et de groupes avec les différentes parties prenantes des projets et programmes de développement au Cameroun. Trois cent soixante-neuf (369) personnes, à l'instar des représentants des agences d'appuis techniques et financières, des personnels des projets et programmes, des partenaires stratégiques et opérationnels, des bénéficiaires et des personnes riveraines ont été enquêtées avec un taux de participation de 91,86%. Les statistiques descriptives ont été utilisées pour l'analyse des données avec les logiciels SPSS version 26 et Excel. Pour d'autres types de données, nous avons vérifié leur cohérence par comparaison à la littérature existante. Il ressort de l'analyse des données que: dix-sept (17) principales agences d'appuis techniques et financiers sont intervenues dans le secteur rural ces deux dernières décennies à travers cinquante-six (56) projets et programmes de développement rural. Le nombre de projets et programmes par portefeuille des agences d'appuis techniques et financiers varie de 2% pour le plus petit portefeuille et 14% pour le plus grand portefeuille. Les agences d'appuis techniques et financiers les plus performants ont des performances de leurs portefeuilles de 82% contre 6% pour les moins performants. Les portefeuilles des partenaires techniques et financiers dont les performants sont très satisfaisantes, sont ceux qui ont des projets et programmes de mise en place des infrastructures telles que la construction des abattoirs, l'électrification rurale ou la construction des usines etc. Par ailleurs, il ressort de notre analyse que 53% des ressources financières accordées par les agences d'appuis techniques et financiers ne sont pas décaissées, ce qui donne une performance financière globale moyenne de 47%.

MOTS-CLEFS: Evaluation, Performance, Projet, Programme, Développement rural.

1 INTRODUCTION

L'agriculture est déterminante parce que 75 % des pauvres du monde vivent dans les zones rurales, et parce que ce secteur a une grande influence sur la croissance économique, la réduction de la pauvreté et la viabilité à long terme de l'environnement (Banque Mondiale, 2008). Cependant, il convient d'y intégrer le niveau de vie qui s'exprime à travers les indices de croissance économique. Toutefois, la préférence va de plus en plus à la considération des effets produits directement sur la vie des populations par la croissance de ces indices. D'ailleurs, les pays « qui ont gagné des sommes fabuleuses en vendant du pétrole se retrouvent classés parmi les pays les plus riches du monde, sans que cela ne corresponde à une croissance réelle de l'ensemble de l'économie et encore moins à leur développement ». La proportion de la population vivant en-dessous du seuil de pauvreté au Cameroun est passée de 40,2% en 2001 à 37,5% en 2014 enregistrant une baisse de 2,7 points sur la période. Bien loin de la cible qui était de situer le taux de pauvreté à 25,3% en 2015. La cible visée reste très éloignée du niveau de performance dans ce domaine 15 ans après. Cette pauvreté demeure un phénomène prépondérant en milieu rural et ce malgré tous les efforts déployés à travers les politiques de développement. Contrairement au milieu urbain où on connaît une baisse du taux de pauvreté de 9,0 points entre 2001 et 2014, il a plutôt augmenté en milieu rural, passant de 52,1% à 56,8% sur la même période, (INS, 2015). Plus récemment, ces engagements ont été réaffirmés dans la Déclaration de Malabo 5 sur la croissance accélérée de l'agriculture, dans laquelle les États se sont engagés à mettre fin à la famine en Afrique d'ici 2025 (OCDE/FAO 2016).

L'agriculture et les secteurs qui lui sont associés sont essentiels pour le développement mais aussi pour la lutte contre la pauvreté de masse et l'insécurité alimentaire, car ils sont source d'emplois, d'activité et de revenus dans ces pays. Par ailleurs, l'analyse des contributions sectorielles au PIB au Cameroun, met en exergue les gains probables liés à la diversification de l'économie, l'accent étant mis sur la relance de l'agriculture, la transformation des matières premières et le lancement de grands projets d'infrastructures. Considéré comme prioritaire, le secteur primaire connaîtrait une croissance de 5% en moyenne annuelle sur la période 2010-2020 avec un pic de 5,5% en 2015, (DSCE, 2010). Cette contribution controversée du secteur rural nous amène à nous interroger sur l'apport des efforts exponentielles au secteur rural sous forme projet, pour améliorer son développement. De tout ce qui précède, on est en droit de s'interroger sur la contribution des projets du secteur rural au développement du Cameroun.

Au Cameroun, le développement économique d'une manière générale, repose principalement, comme la plupart des pays africains en développement, sur le secteur primaire. Le secteur agricole emploie près de 70% de la population active et représente 40% des recettes d'exportation (cahiers économiques du Cameroun, 2011). Les projets de développement rural sont des opportunités créées dans le but de répondre à des besoins fondamentaux, spécifiques et vitaux des populations socioéconomiquement les plus démunies. Ils ont favorisé l'accès de plusieurs communautés rurales aux services socioéconomiques de base à travers des infrastructures et équipements sanitaires, scolaires, hydrauliques, agricoles, etc. Quand bien même la tendance est toujours d'initier des projets/programmes de développement, force est de constater que « depuis les indépendances, ils n'ont pas dans l'ensemble tenu leurs promesses.

2 PROBLEMATIQUE

Ela, (1990), évoque les nombreux échecs des projets de développement qui laissent la place à l'éclosion de relations conflictuelles entre dirigeants et paysans. Il met l'accent sur les sommes faramineuses investies pour développer l'Afrique mais qui finissent par n'avoir que des conséquences néfastes perçues à travers l'éclatement des groupes sociaux, les conflits d'intérêts, etc. Merlin, (1991), en parle quand il souscrit à la thèse selon laquelle une aide pour être bénéfique ne doit venir qu'en réponse à un désir manifeste par le bénéficiaire. Dans son livre, il montre comment des populations ou mieux encore des dirigeants, gourmands de « l'aide internationale » font l'effort d'adapter celle-ci à leurs localités. Cette dimension relève le problème de la compatibilité physique entre les projets de développement et les milieux où ils s'exercent. Toutefois, certains auteurs lient de façon explicite l'échec des projets de développement en Afrique subsaharienne à la prédisposition des paysans à prendre en charge les projets qui leur sont destinés. L'évaluation des activités des projets et programmes est un sujet d'actualité, il serait le point faible du management de projets au Cameroun.

Pour les pays en voie de développement comme le Cameroun et par sa contribution à l'obtention des résultats de qualité dans les projets de développement, l'évaluation est un sujet sur lequel il serait intéressant de se pencher afin d'avoir un éclairage sur l'orientation qu'il est en train de prendre dans les projets de développements. Ceci conduit alors à des travaux d'évaluation de l'atteinte des objectifs desdits projets et programmes de développement rural. Ceci suscite un questionnement en rapport avec l'organisation de l'intervention des Projets et des Programmes de développement rural au Cameroun. Ainsi, l'évaluation des performances des projets et programmes sert à mesurer le niveau d'atteinte des objectifs. La question centrale qui soutient donc notre étude est celle de savoir: Quel est le niveau de satisfaction des projets et programmes pour le développement rural au Cameroun ? Dans le souci d'apporter des réponses à la fois constructives et réalistes à notre problématique, il s'avère indispensable de s'avoir si les projets et programmes ont-ils atteints leurs objectifs initiaux de développement en zone rurale ?

3 OBJECTIFS DE L'ETUDE

La présente étude se propose de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'évaluation de la performance des projets/programmes de développement rural au Cameroun. Il est question pour nous de savoir si les projets et programmes ont atteint leurs objectifs initiaux formulés. L'atteinte de cet objectif global nécessite la réalisation des objectifs spécifiques ci-après:

1. Evaluer la performance technique des projets et programmes de développement rural au Cameroun;
2. Evaluer la performance financière des projets et programmes de développement rural au Cameroun.

4 METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Cette section présente en détails: le choix et la présentation de la zone d'étude, le choix de la méthode, les types de données, les outils d'enquête, les populations d'étude, les échantillonnages, les variables et l'analyse des données en rapport avec l'étude.

4.1 CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été menée au Cameroun parce que la problématique du développement rural via les Projets et les Programmes est le cheval de bataille depuis plusieurs décennies.

4.2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La présentation de la zone d'étude est extraite de l'Annuaire Statistique du Cameroun de l'INS, (2010). Le Cameroun est situé au fond du golfe de Guinée, entre le deuxième et le douzième degré Nord dans le golfe de Guinée, le Cameroun se présente comme un grand triangle s'inscrivant entre l'Océan Atlantique, le lac Tchad et le bassin du Congo. Il a des frontières avec le Nigeria, le Tchad, la République Centrafricaine, le Congo, le Gabon et la Guinée équatoriale. Le Cameroun est un territoire vaste d'une superficie totale de 475650 km², dont 466.050 km² pour la partie continentale et 9600 km² pour la partie maritime. Le taux de croissance démographique est d'environ 2,8% par an. 56% de la population a moins de 20 ans.

Le pays est organisé en 10 régions découpées en 58 départements et 373 arrondissements. Le processus de décentralisation en cours permettra à terme le transfert de certaines compétences administratives et financières de l'État vers la Commune qui épouse en général le contour géographique d'un arrondissement. Le pays comporte une variété de paysages, de zones

géomorphologiques et climatiques qui peuvent être regroupées en cinq entités régionales ou zones agroécologiques distinctes. Du point de vue de l'étendue et des caractéristiques pluviométriques et pédologiques (qui sont parmi les plus importantes pour la production agricole), les cinq grandes unités écologiques qui composent le territoire national sont: (i) la zone soudano sahélienne, (ii) la zone de savane guinéenne, (iii) la zone des hauts plateaux de l'Ouest, (iv) la zone côtière et maritime et, (v) la zone des forêts tropicales (voir figure 1).

L'agriculture est très présente au Cameroun. Tout comme l'environnement, l'agriculture est très diversifiée. Selon la Banque Mondiale (2007), elle peut être considérée comme le pilier de l'économie du Cameroun avec une contribution de 20% au PIB. En 2009, il ressort que 42% de la population est rurale et la croissance de l'agriculture est de 4% par an depuis 1988 (Banque Mondiale, 2008).

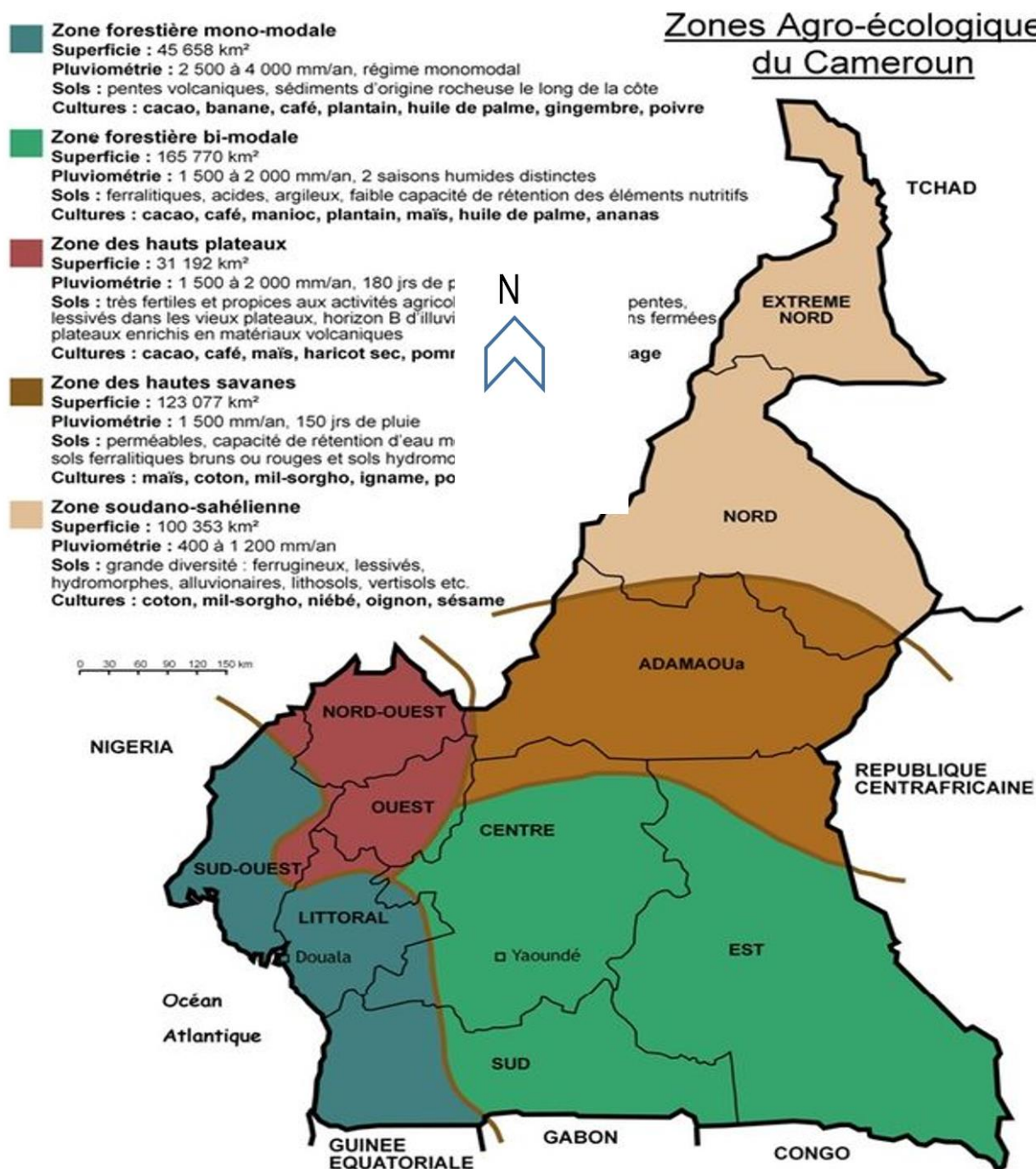


Fig. 1. Carte des zones agroécologiques du Cameroun

Source: Annuaire statistique du Cameroun, 2000.

4.3 COLLECTE DES DONNÉES

Pour mener à bien cette recherche, la collecte des données s'est faite à l'aide de la recherche documentaire et des entretiens semi-directifs. Ces données ont été collectées aux moyens des trames d'enquêtes (questionnaires), des guides d'entretien et des observations directes sur le terrain. Durant cette phase, des entretiens ont eu lieu avec des personnes ressources: de la Direction d'Etudes, Planification et Coopération (DEPC) ainsi que de la cellule de suivi du MINADER, de la Direction d'Etudes, Planification, Coopération et Statistique (DEPCS) ainsi que de la cellule de suivi du MINEPIA et l'équipe de gestion et du suivi du *Development Assistance Database* (DAD) du Ministre de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT), des représentants des agences d'appui technique et financier, des Coordonnateurs de projets et programmes, des responsables de suivi-évaluation, des partenaires techniques stratégiques et opérationnels, des bénéficiaires et des populations riveraines.

Par ailleurs, une revue de la documentation disponible dans les archives des ministères de tutelles, des différents partenaires techniques et financiers et des Projets/programmes de développement rural en lien avec les évaluations ont complété les données collectées.

Les enquêtes ont eu lieu avec des trames d'enquêtes bien structurées et normatives.

4.4 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillon était de type probabiliste et la technique d'échantillonnage par grappes a été utilisée. Il s'agissait de subdiviser une population homogène (projets/programmes de développement rural) en grappe (agence d'appui technique et financier ou bailleur de fonds).

Le type d'échantillonnage utilisé lors des entretiens est la méthode « boule de neige ». Cette méthode consiste à identifier dans un premier temps quelques acteurs qui interviennent dans le développement rural et qui sont connus. A partir de ces derniers, d'autres acteurs additionnels ont été recensés; ce, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'information nouvelle.

Le choix des enquêtés s'est fait sur la base du critère d'opérationnalité lors des entretiens. Ce critère a permis de recenser des acteurs de développement rural sur l'ensemble du territoire. Les différents acteurs recensés sur la base de ce critère ont constitué l'échantillon.

Un échantillon raisonné a été constitué de façon aléatoire et soumis à l'enquête. Le groupe proposé était composé de trois cent soixante-neuf (369) individus qui ont constitué l'échantillon avec un taux de participation effectif à l'enquête et aux entretiens de 91,86%, soit trois cent trente-neuf (339).

La taille d'échantillon s'est calculée avec la formule suivante:

- $n = t^2 \times p \times (1-p) / m^2$;
- n: Taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs pour un événement et un niveau de risque fixé;
- t: Niveau de confiance (la valeur type du niveau de confiance de 95 % sera 1,96);
- p: proportion estimée de la population qui présente la caractéristique;
- m: Marge d'erreur (généralement fixée à 5 %).

Ainsi, pour un événement ayant une probabilité de réalisation de 40 %, en prenant un niveau de confiance de 95 % et une marge d'erreur de 5 %, la taille d'échantillon devra être de: $n = 1,96^2 \times 0,4 \times 0,6 / 0,05^2 = 368,79$. Soit 369 individus.

4.5 VARIABLES

La recherche quantitative a pour objet de tester la validité du modèle de recherche. L'étude a été composée de deux types de variables. Dans ces deux types de variables, des variables indépendantes (les éléments d'évaluation des projets de développement rural) et une variable dépendante (pertinence des projets et programmes de développement rural). La deuxième est la variable expliquée ou dépendante, c'est celle dont on recherchait la réponse. Ici, c'était « la pertinence des projets et programmes ». La variable explicative, la première, est la cause du phénomène à expliquer.

4.6 ANALYSE DES DONNÉES

Cette section porte sur la manière dont s'est réalisée l'analyse, les techniques statistiques qui ont été employées, l'utilisation des programmes informatiques, etc. Les instruments de mesure peuvent être définis comme les supports matériels nécessaires à la collecte des données d'étude; dans la plupart des cas, il s'agit du questionnaire et de guide d'enquête. Dans le

cadre de notre étude, le questionnaire a été retenu comme instrument de mesure complété par un guide d'entretien. Dans le cadre de cette étude, les logiciels SPSS version 26 et Excel ont été utilisés pour la pertinence de leurs résultats, leur simplicité, leur grand nombre de procédures statistiques. Ces logiciels nous ont permis de faire les statistiques descriptives (fréquence, moyenne entre autres) qui ont permis d'analyser certaines données. Pour les données issues des entretiens semi-directifs, des croisements et des tris des données/informations nous ont permis de faire le cadrage sémantique des résultats. Cette méthode de croisement et de tri consistait à regrouper les mêmes données par thème, faire des croisements entre les différents thèmes sur la base des modèles proposés pour leur mise en place et les comparer avec la littérature existante.

5 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Cette section présente les résultats et discussions de l'étude.

5.1 EVALUATION DE LA PERFORMANCE TECHNICO-FINANCIÈRE DES PROJETS ET PROGRAMMES DE DÉVELOPPEMENT RURAL AU CAMEROUN

L'ensemble du portefeuille projets et programmes de développement rural qui a fait l'objet de l'étude est constitué de:

- Dix-sept (17) partenaires techniques et financiers ayant intervenus dans le secteur rural ces deux dernières décennies;
- Cinquante-six (56) projets et programmes de développement rural mis en œuvre au Cameroun durant les deux dernières décennies.

Tableau 1. *Situation du portefeuille projet par partenaires techniques et financiers*

N°	Désignation/dénomination	Nombre projets	Fréquence
1.	ADB - cots Bank	5	9%
2.	AFD - French Development Agency	7	13%
3.	BADEA - Arab Bank for Economic Development in Africa	1	2%
4.	BID - Banque Islamique de Développement	8	14%
5.	Deutsche Bank S.A.E of Espana	1	2%
6.	EDF – European Development Fund	8	14%
7.	Exim Bank China	1	2%
8.	Exim Bank India	1	2%
9.	Foundation AZIZ Mahmut Hudayi Vakfi of Turkey	1	2%
10.	GIZ - German Agency for Technical Cooperation	3	5%
11.	IFAD - International Fund for Agricultural Development	2	4%
12.	ITFC – International Islamic Trade Finance Corporation	1	2%
13.	JICA - Japan International Cooperation Agency	3	5%
14.	KFW - German Cooperation Bank	6	11%
15.	NSF - Nigerian Spécial Funds	1	2%
16.	PNUD - United Nations Development Programme	2	4%
17.	World Bank Trust Fund	5	9%
Total		56	100%

Le tableau 1 présente l'ensemble des 50% des portefeuilles projets/programmes de développement rural des dix-sept (17) partenaires techniques et financiers ayant intervenus au Cameroun, durant les deux dernières décennies environ dans le secteur rural. Ce tableau fait état de la situation de cinquante-six (56) projets et programmes financés par les PTF au Cameroun durant cette période. Il en ressort que le nombre de projet par portefeuille des partenaires techniques et financiers varie d'un (01) à huit (08), soit 2% pour le plus petit portefeuille et 14% pour le plus grand portefeuille. Ceci nous a permis de faire l'évaluation des performances de ces différents projets et programmes des partenaires techniques et financiers.

Une analyse situationnelle des deux dernières décennies, a permis de mettre en exergue, la performance globale des projets et programmes de développement rural, financés par les partenaires techniques et financiers de coopération au Cameroun.

Pour ne prendre pour référence que la période post Programmes d'Ajustements Structurels (PAS) et la reprise du processus de planification du développement. Cette étude a permis de faire une évaluation de la performance des projets et programmes de développement rural au Cameroun sur la période de près de deux décennies passées.

Par ailleurs, l'évaluation a été faite par rapport aux conditions de la phase conception, démarrage, mise en œuvre et évaluation d'impacts des projets et programmes de développement rural. Il s'agissait entre autres de: (i) leurs intégrations dans l'environnement institutionnel et réglementaire au Cameroun, (ii) leurs réalisations techniques, (iii) leurs rentabilités socio-économiques, et (iv) la disposition de leurs financements pour leurs mises en œuvre, etc.

Il ressort de ce graphique que les partenaires techniques et financiers les plus performants ont des performances de leurs portefeuilles projets de 92% pour EximBank, 90% pour Deutsche Bank S.A.E of Espana et 85% pour EximBank India. Par ailleurs, les partenaires techniques et financiers les moins performants ont des performances de leurs portefeuilles projets de 9% pour la Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique (BADEA), 22% pour la Foundation AZIZ Mahmut Hudayi Vakfi of Turkey et 25% pour la KfW. Les portefeuilles des partenaires techniques et financiers dont les performances sont élevées (très satisfaisantes), sont ceux qui ont des projets de mise en place des infrastructures telles que la construction des abattoirs et des chambres froides, l'électrification rurale ou la construction d'une usine. Ces projets ne font pas intervenir un bénéficiaire direct lors de la phase de conception. Le bénéficiaire direct intervient en aval lorsque la mise en œuvre du projet est effective. Par contre, les portefeuilles des partenaires techniques et financiers les moins performants sont ceux des projets dont la cible est directement impliquée dans la mise en œuvre. Ce sont des projets orientés surtout vers des actions sociales comme le Programme de développement et de fourniture des services sociaux de base. Le développement rural est donc plus qu'un simple développement agricole car il englobe un espace, l'espace rural, où l'agriculture est au centre d'un système socio-économique au sein duquel, existent des activités différentes, avec des fonctions et des objectifs diversifiés, qui sont tous à intégrer et coordonner dans une optique de développement cohérent, durable et solidaire.

Selon Morize, (1992), « le développement rural consiste à améliorer tout l'environnement de l'agriculteur, considéré cette fois comme le principal bénéficiaire. Il porte à la fois sur les routes, les villages, la santé, l'éducation et sur tous les services économiques et sociaux susceptibles d'améliorer non seulement la fonction productive, mais aussi le bien-être social ».

5.2 PERFORMANCES DES PORTEFEUILLES DES PARTENAIRES TECHNIQUES ET FINANCIERS

Les performances technico-financières des principaux partenaires de coopération multilatérale et bilatérale du Cameroun sont présentées dans la figure 2.

Il ressort de la figure 2, que la performance technique moyenne globale des partenaires techniques et financiers est de 52%. Cette performance globale moyenne est modérément insatisfaisante.

Cependant, l'échec de ces projets peut être associé à l'insuffisance dans leurs conceptions. C'est dans cette optique qu'un penseur a dit: « Échouer dans la planification, c'est planifier son échec ». Toutefois, il n'est pas toujours avéré que ceux qui échouent à planifier finissent par échouer dans leurs efforts.

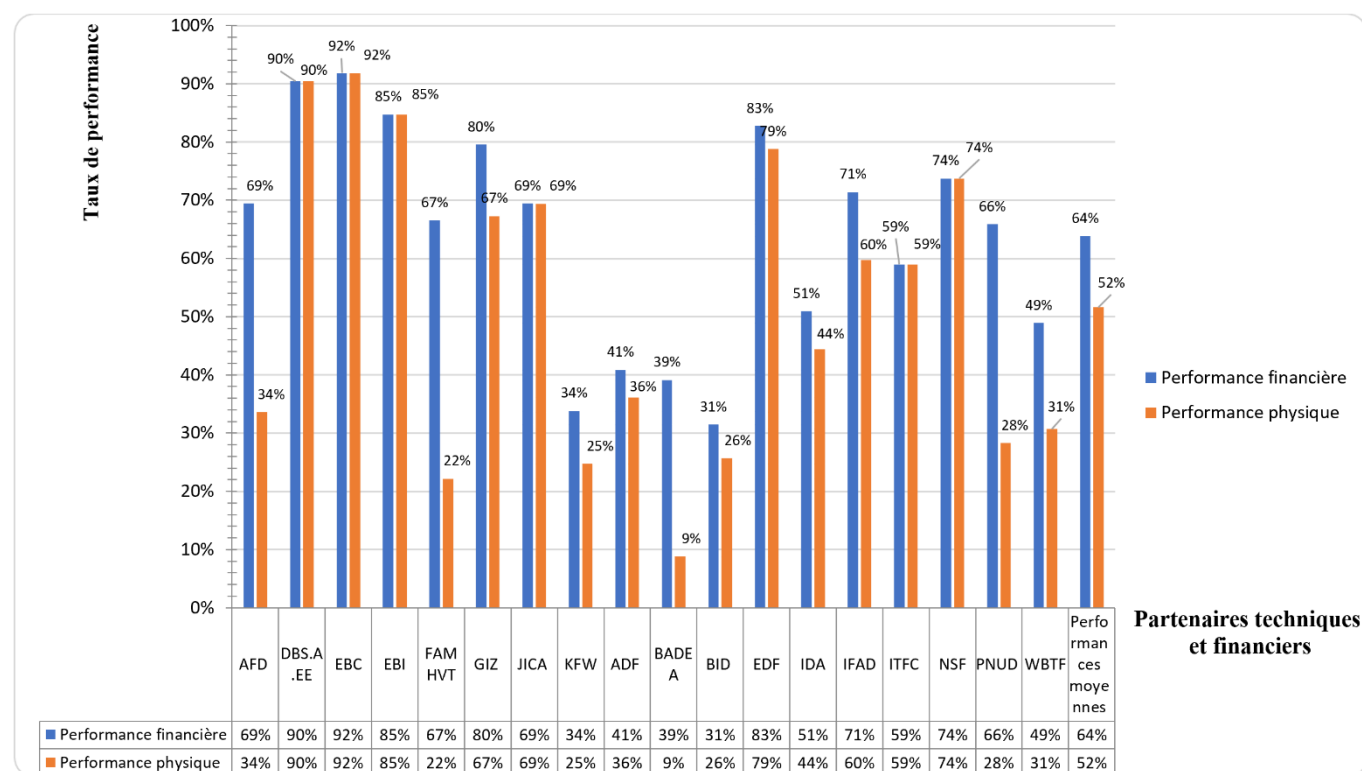


Fig. 2. Performances des portefeuilles des partenaires techniques et financiers

Toute porte à penser qu'avoir un plan bien établi permet d'avoir une meilleure efficacité et d'être plus efficace. La prise en compte effective de ces différents éléments comme un tout indissociable dans les démarches, est un impératif qui permettrait de réduire au maximum les risques d'échec et de contribuer par conséquent à la réalisation des résultats satisfaisants dans les différentes actions de développement.

Tableau 2. Niveau de satisfaction des performances des partenaires techniques et financiers

Désignation	Nombre PTF	Fréquence
Performance ≤ performance globale moyenne	8	47%
Performance > performance globale moyenne	9	53%
Total	17	100%

Les résultats obtenus comparés à la performance globale moyennent consignés dans le tableau 2 montrent que sur l'ensemble des partenaires techniques et financiers, 47% des partenaires techniques et financiers ont une performance moyenne inférieure ou égale à la performance moyenne globale et 53% des partenaires techniques et financiers ont une performance moyenne supérieure à la performance moyenne globale.

5.3 TAUX DE DÉCAISSEMENT FINANCIER GLOBAL DES PROJETS ET PROGRAMMES

De la Figure 3, il ressort que la performance financière est de 47%. Ceci veut dire que, 47% des ressources financières sont décaissées et 53% des ressources financières accordées par les partenaires techniques et financières ne sont pas décaissées pour la mise en œuvre des projets et programmes de développement rural.

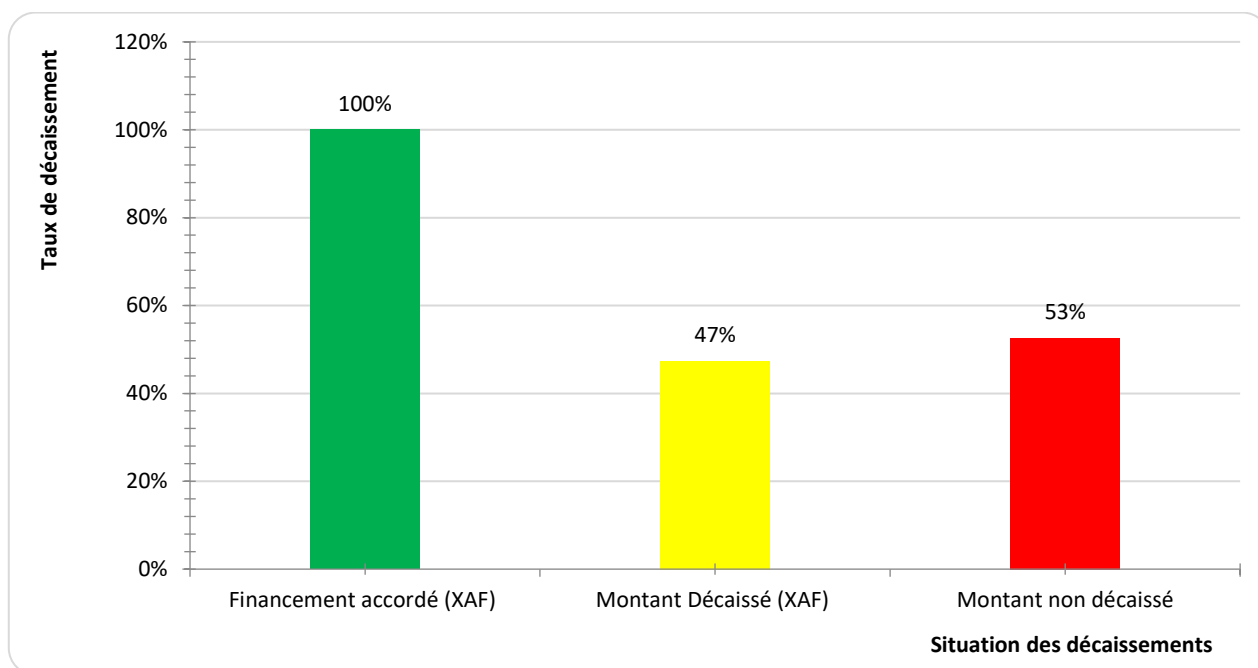


Fig. 3. Fréquence de la performance financière globale

Ce faible taux de décaissement des ressources financières pour la mise en œuvre des projets de développement rural peut s'expliquer par la pesanteur des marchés publics, le non maitrise de l'environnement des projets de développement rural, l'absence de connaissance en management de projet par les coordonnateurs de ces projets, la politisation des projets de développement rural etc.

La Figure 4, nous présente les valeurs chiffrées en milliards de Franc CFA des ressources financières constituées du financement accordé par les partenaires techniques et financiers cumulé qui est de 675 222 904 192 Fcfa, le montant décaissé pour la mise en œuvre des projets qui est de 319 951 873 825 Fcfa et le montant non décaissé lors de la mise en œuvre des projets qui est de 355 271 030 367 Fcfa. Le montant non décaissé est assimilable au montant que le Gouvernement perd dans le cadre de la mise en œuvre de ces projets de développement rural au Cameroun.

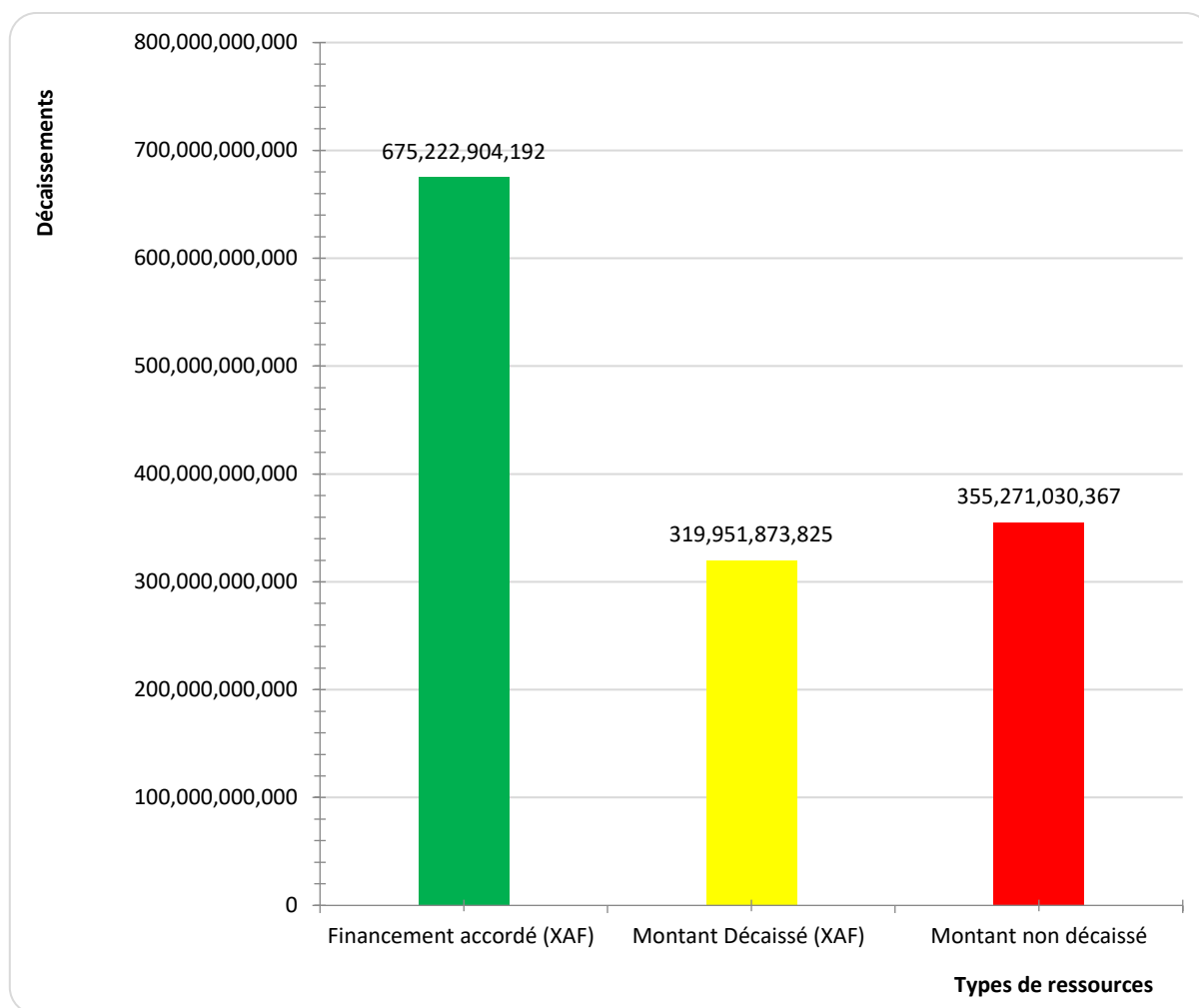


Fig. 4. Performance financière globale

Ces résultats corroborent avec les résultats des évaluations de l'OCDE entre 1973 et 2004. Selon l'OCDE, entre 1973 et 2004, l'aide multilatérale et bilatérale reçue par le Cameroun en trente ans s'est élevée à environ 600 milliards de francs CFA. Toutefois, la volatilité de l'aide n'était pas favorable au développement d'actions structurelles porteuses. Nous constatons que la dynamique d'obtention des financements reste constante avec une tendance d'augmente et la volatilité des ressources reste élevée tout de même.

Il ressort du tableau 3 que 47% des partenaires techniques et financiers ont une performance insatisfaisante, 35% des partenaires techniques et financiers ont une performance moins satisfaisante, 6% des partenaires techniques et financiers ont une performance satisfaisante et 18% des partenaires techniques et financiers ont une performance très satisfaisante.

Tableau 3. Niveaux de satisfaction des performances des partenaires techniques et financiers

Désignation	Nombre PTF	Fréquence
Performance insatisfaisante	8	47%
Performance moins satisfaisante	6	35%
Performance satisfaisante	1	6%
Performance très satisfaisante	3	18%
Total	17	100%

Ceci dit, la notion de performance renvoie à l'idée d'accomplir une action. Selon Bartoli, (1997), la performance recouvre trois logiques possibles, rattachées chacune à trois notions différentes: une logique d'efficience faisant référence aux moyens mis en œuvre par l'organisation, une logique de budgétisation liée à la notion d'objectifs, et enfin, une logique d'efficacité faisant référence aux résultats à obtenir.

Tableau 4. Niveau de satisfaction des performances des partenaires techniques et financiers

Désignation	Nombre PTF	Fréquence
Performance insatisfaisante et moins satisfaisante	13	76%
Performance satisfaisante et très satisfaisante	4	24%
Total	17	100%

Le tableau 4 présente le niveau de satisfaction globale des performances des partenaires techniques et financiers. Globalement, 76% des partenaires techniques et financiers ont une performance non satisfaisante (insatisfaisante et moins satisfaisante) et 24% des partenaires techniques et financiers ont une performance satisfaisante (satisfaisante et très satisfaisante). Ceci corrobore avec le fait que les projets de développement rural au Cameroun se soldent par l'échec. Le fait que la majorité des projets/programmes de développement rural mis en œuvre au Cameroun ne sont pas satisfaisants est dû au fait qu'ils échouent majoritairement lors de leurs mises en œuvre. C'est dans ce sillage qu'en 2001, la Commission Européenne a confirmé que les évaluations menées par le Comité d'Aide au Développement (CAD) de l'OCDE à la fin des années 80, indiquaient qu'une part importante des projets de développement aboutissait à des résultats médiocres. D'autres parts, la Banque Mondiale ajoute que la moitié des projets de développement rural qu'elle a financé en Afrique subsaharienne, se sont soldés par un échec pur et simple (Zana, 2003).

Tableau 5. Situation du portefeuille projet des partenaires techniques et financiers

Désignation/dénomination	Nombre projet	Fréquence
ADB – African Development Bank	5	19%
AFD - French Development Agency	7	26%
BID - Banque Islamique de Développement	8	30%
IFAD - International Fund for Agricultural Development	2	7%
World Bank Trust Fund	5	19%
Total	27	100%

Il ressort du tableau 5, que l'ensemble des projets par portefeuille des principaux agences techniques et financières est de 30% pour la BID qui a le portefeuille le plus élevé, suivi directement de la BAD et de la BM qui ont respectivement 19% chacune, l'AFD 26% et pour le FIDA qui détient le portefeuille le plus petit avec 7%. Ces portefeuilles sont en fonction de l'existence des projets financés par ces partenaires techniques et financiers durant ces deux dernières décennies ainsi que de la disponibilité des informations (données) relatives à ces projets.

5.4 PERFORMANCES FINANCIÈRES DES PRINCIPAUX PARTENAIRES TECHNIQUES ET FINANCIERS

Selon la Figure 5, le partenaire technique et financier qui a la meilleure performance et qui est très satisfaisante est le FIDA avec une performance de 83%, suivi de l'AFD qui présente une performance moyenne de 65% dans son contexte singulier.

La BID et la BM présentent des performances moyenne moins satisfaisantes de 53% et 28%, sans dire que la BAD a la plus faible performance de 28% qui est insatisfaisante.

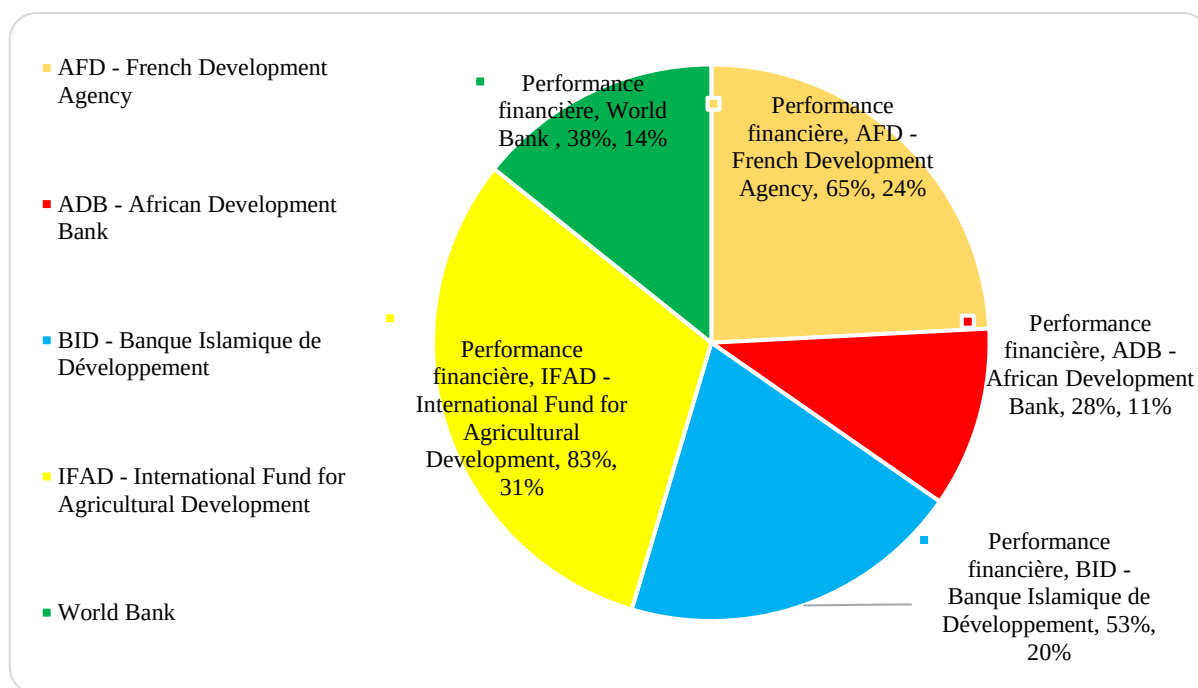


Fig. 5. Performances moyennes des principaux partenaires

5.5 PERFORMANCE GLOBALE DES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT RURAL AU CAMEROUN

Cette partie porte sur la détermination de la performance globale des projets en référence à certains indicateurs de performances spécifiques qui sont: le taux de réalisation physique et le taux de réalisation financière dans le cadre de la gestion des projets et programmes.

Tableau 6. Performance des projets en fonction des niveaux de satisfaction

Désignation	Niveau de satisfaction				Total
	[0%, 33%]	[34%, 55%]	[56%, 69%]	[70%, 100%]	
Nombre de projets	25	14	11	6	56
Fréquence	44,64%	25,00%	19,64%	10,71%	100%

Le tableau 6 présente les niveaux de satisfaction des projets. De ce qui est consigné dans ce tableau, 44,64% des projets ont une performance insatisfaisante, 25,00% des projets ont une performance moins satisfaisante, 19,64% des projets ont une performance satisfaisante et 10,71% des projets ont une performance très satisfaisante.

Tableau 7. Niveau de satisfaction Performance des projets et programmes

Désignation	Nombre de projet	Fréquence
Performance insatisfaisante et moins satisfaisante	39	70%
Performance satisfaisante et très satisfaisante	17	30%
Total	56	100%

Il ressort du tableau 7 que 70% des projets ont une performance insuffisante et moins satisfaisante, 30% des projets ont une performance satisfaisante et très satisfaisante de manière globale. Malgré le cumul des performances, il n'y a que 30% des projets et programmes qui ont une performance satisfaisante et très satisfaisante.

Ceci reconferme l'inefficacité des projets et programmes de développement rural mis en œuvre au Cameroun.

6 CONCLUSION

Au terme de l'analyse, la performance des projets et programmes de développement rural au Cameroun, a été analysée via l'examen de l'ensemble des résultats de mise en œuvre desdits projets et programmes de développement rural jusqu'aux derniers résultats enregistrés. Au terme de cet examen, il convient de retenir que: les projets et programmes de développement rural ont une performance globale moyenne insatisfaisante, soit 47%. A ce titre, l'orientation des résultats des projets et programmes sur le plan financier constitue un goulot d'étranglement en termes de sous consommation des ressources financières des Projets et Programmes de développement rural qui a un taux global moyen de ressources non décaissées de 53%. La contribution des projets et programmes de développement rural rapportée aux performances technico-financières, rend impossible le jugement appréciatif de l'efficacité de ces projets et programme de manière tranchée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement du fond de cœur tous ceux qui, sur les plans spirituel, moral, financier et technique ont contribué à la réalisation de ces travaux.

REFERENCES

- [1] Banque Mondiale, 2008. « Rapport sur le développement dans le monde. L'agriculture au service du développement », Mondes en développement 3/2008 (n° 143), p. 117-136 URL: www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2008-3-page-117.htm. 68 pages.
- [2] Banque Mondiale, 2007. « Rapport sur le développement dans le monde 2008: l'agriculture au service du développement » Résumé publié en octobre 2007. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 1818 H Street, NW Washington, DC 20433, États-Unis d'Amérique. Téléphone: 202-473-1000. Site web: www.worldbank.org. Courriel: feedback@worldbank.org. 36 pages.
- [3] Cahiers économiques du Cameroun, 2011. Janvier 2011. Numéro 1. Le réveil du lion ? Point sur la situation économique du Cameroun. Spécial télécommunications. Unité de la réduction de la pauvreté et la gestion économique, région Afrique. 23 pages.
- [4] DSCE, 2010. Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi. 167 pages.
- [5] Ela J-M., 1990. Quand l'Etat pénètre la brousse: la riposte des paysans à la crise. Karthala, Paris, 268 pages.
- [6] Institut National de la Statistique (INS), 2015. Quatrième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM 4). Tendances, profil et déterminants de la pauvreté au Cameroun entre 2011-2014. Boîte Postale: 134 Yaoundé, Poste Centrale Tél.: 222220445, Fax.: 222232437 Site Internet: www.statistics-cameroon.org. 65 pages.
- [7] Institut National de la Statistique (INS), 2010. Annuaire Statistique du Cameroun 2010. Deuxième Partie: Population et Affaires sociales. 14 pages.
- [8] Merlin P., 1991. Espoir pour l'Afrique Noire. Présence africaine, Paris, 96 pages.
- [9] Morize J., 1992. - Manuel pratique de vulgarisation agricole – vol.2, le technicien d'agriculture tropicale, Maisonneuve et Larose, Paris.
- [10] Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) / Fonds International de Développement Agricole (FAO), 2016. L'agriculture en Afrique subsaharienne: Perspectives et enjeux de la décennie à venir PARTIE I. Chapitre 2. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025. 43 pages.
- [11] Zana M., 2003. Préparer et financer les projets dans la coopération au développement –tome 1: Préparer les projets de développement par l'approche participative, ARISSALA, Rabat.

Contribution pour une meilleure prise en charge énergétique du vitrage dans la construction de bâtiments à Dakar

[Contribution of taking care a better energy management of glazing in the building construction in Dakar Senegal]

Lansana Sane¹, Biram Dieng², Papa Lat Tabara Sow², Senghane Mbodji², and Mamadou Wade¹

¹Ecole Polytechnique de Thiès, Senegal

²Research team in renewable energies, materials and laser, Department of Physics, Alioune Diop University, Bambey, Senegal

Copyright © 2020 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: Senegal despite its relatively hot climate has adopted glass for several decades in the construction of buildings. The objective of this present work is to study the influence of the angle of incidence on the intrinsic characteristics of a glazing. The study shows that reducing solar gain by radiation through a facade glazed requires an increase in the reflection factor of the glazing. Proposals for solutions are made on the basis of the results obtained. An evaluation of the solar radiation on a vertical facade is treated and allowed us to have a precise idea as to the orientation that should be adopted for the glass walls if we wish to contribute significantly to better energy management.

KEYWORDS: Glass, Buildings, intrinsic characteristics, solar gains, solar factor, Reflection factor, Angle of incidence, solar radiation, Energy management.

RESUME: Le Sénégal malgré son climat relativement chaud a adopté depuis quelques décennies le verre dans la construction de bâtiments. L'objectif de ce présent travail est d'étudier l'influence de l'angle d'incidence sur les caractéristiques intrinsèques d'une vitre.

L'étude montre que la réduction des apports solaires par rayonnement à travers une paroi vitrée passe par une augmentation du facteur de réflexion du vitrage. Des propositions de solutions sont faites sur la base des résultats obtenus.

Une évaluation du rayonnement solaire sur une façade verticale est traitée et nous a permis d'avoir une idée précise quant à l'orientation qu'il faut adopter pour les parois vitrées si on souhaite contribuer considérablement à une meilleure gestion énergétique.

MOTS-CLEFS: Verre, Bâtiments, caractéristiques intrinsèques, Gains solaires, Facteur solaire, Facteur de réflexion, Angle d'incidence, Rayonnement solaire, Gestion énergétique.

SYMBOLES ET UNITÉS DE MESURE

SYMBOLE	DESIGNATION	UNITE
G^*	Rayonnement global sur une surface horizontale	$W.m^{-2}$
I^*	Le rayonnement direct reçu sur une surface horizontale	$W.m^{-2}$
I_0	Constante solaire hors atmosphère	$W.m^{-2}$
D^*	Le rayonnement diffus sur une surface horizontale	$W.m^{-2}$
$S^*(i, \gamma)$	Eclairement direct sur une surface d'inclinaison i et d'orientation γ	$W.m^{-2}$
$D^*(i, \gamma)$	Eclairement diffus sur une surface d'inclinaison i et d'orientation γ	$W.m^{-2}$
$R^*(i, \gamma)$	Eclairement réfléchi sur une surface d'inclinaison i et d'orientation γ	$W.m^{-2}$
$G^*(i, \gamma)$	Rayonnement global sur une surface d'inclinaison i et d'orientation γ	$W.m^{-2}$
ϕ	Facteur de réflexion du sol (ou facteur d'albédo)	-
i	Angle d'inclinaison par rapport à l'horizontal	degré
γ	Angle d'orientation d'une paroi suivant une direction	degré
h	Hauteur du soleil	degré
a	Azimut	degré
TSV	Temps solaire vrai	h
L	Latitude	degré
l	Longitude géographique du lieu	degré
T_L	Facteur de trouble de Link	-
β_a	Coefficient de trouble d'Angström	-
z	Altitude	km
P_v	Pression partielle de la vapeur d'eau	mbar
P_a	Pression atmosphérique	hPa
m	Masse atmosphérique ou nombre d'air masse	-
g	Facteur solaire	-
S_{g1} ou τ_e	Facteur de transmission solaire du vitrage sans protection mobile	-
S_{g2} ou q_i	Facteur de réémission thermique vers l'intérieur	-
α_{diffus}	Coefficient d'absorption diffus	-
τ_{diffus}	Coefficient de transmission diffus	-
ρ_{diffus}	Coefficient de réflexion diffus	-
ρ_e	Facteur de réflexion énergétique de la face du vitrage du côté du rayonnement	-
$\rho_{e'}$	Facteur de réflexion énergétique de la face du vitrage du côté opposé au rayonnement	-

1 INTRODUCTION

La région de Dakar au Sénégal a un climat tropical donc relativement chaud. Ainsi, il devient impératif en tenant compte de notre réalité climatique de réfléchir sur une intégration optimale du verre dans la construction de bâtiments par l'analyse de l'évolution des caractéristiques intrinsèques du vitrage en fonction de l'angle d'incidence.

La compréhension de l'évolution des propriétés de la vitre ainsi que l'évaluation du rayonnement solaire sur une surface verticale pour le mois d'octobre à Dakar nous permettrons de faire le choix adapté du vitrage et proposer depuis la phase de conception de bâtiments une orientation convenable des baies et fenêtres vitrées.

L'objectif visé est la prise de décision par rapport à l'orientation qu'il faut adopter pour nos ouvertures mais aussi à cerner les paramètres sur lesquels on doit agir ou encore l'inclinaison à adopter si on veut réduire les apports solaires entrant au travers la vitre.

2 CARACTÉRISTIQUES DU VITRAGE EN FONCTION DE L'ANGLE D'INCIDENCE

Pour mieux comprendre l'évolution des caractéristiques du vitrage, il serait bon de rappeler les facteurs énergétiques du rayonnement solaire sur le vitrage.

Trois facteurs déterminent ce flux incident Φ_e sur une paroi vitrée. Il s'agit d'une fraction:

- réfléchi vers l'extérieur $\rho_e \Phi_e$
- transmise directement au travers la paroi $\tau_e \Phi_e$
- absorbée par la vitre $\alpha_e \Phi_e$.

Ces fractions sont appelées facteur énergétique et sont reliées par la relation:

$$\rho_e + \tau_e + \alpha_e = 1 \quad (1)$$

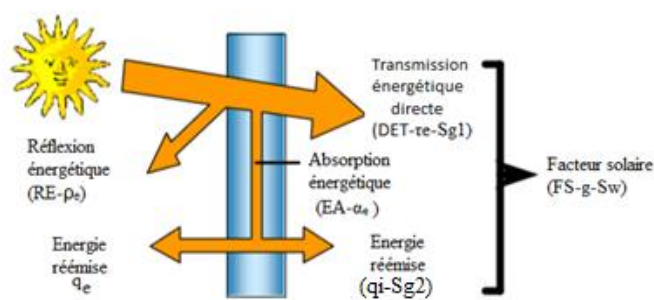


Fig. 1. Modélisation des facteurs énergétiques du rayonnement solaire sur une vitre [1]

Cependant il est important de souligner que les conditions de mesures ou de calculs des caractéristiques fondamentales du vitrage à savoir les coefficients de transmission, de réflexion et d'absorption énergétique se font pour une incidente normale donc un rayonnement presque parallèle. C'est-à-dire pris perpendiculaire au vitrage.

Le tableau 2.1 donne un exemple des propriétés de quelques vitrages en incidence normale.

Tableau 1. Caractéristiques thermiques et photométriques des vitrages de la norme EN14501 [2]

Vitrage	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	g	τ _e (τ ₀)	ρ _e	ρ' _e
Simple vitrage clair 4 mm	5,80	0,850	0,830	0,080	0,080
Double vitrage clair 4/12/4 avec lame d'air	2,90	0,760	0,690	0,140	0,140
Double vitrage 4/16/4 réfléchissant avec une couche basse émissivité en face 2 avec lame d'argon	1,10	0,320	0,270	0,290	0,380

Nous essayerons de voir comment ces propriétés intrinsèques prisent pour un rayonnement perpendiculaire au vitrage évolueront avec l'angle d'incidence.

Des équations nous ont permis de tracer les figures illustratives de cette évolution.

▪ En incidence directe

Les corrélations ci-dessous nous permettent de trouver les valeurs des caractéristiques des composants pour un angle d'incidence i donné (pour un rayonnement normal à la paroi vitrée $i = 0$).

$$\alpha(i) = a_1(\cos i) + a_2 (\cos i)^2 + a_3 (\cos i)^3 \quad (2)$$

$$\tau(i) = b_1(\cos i) + b_2 (\cos i)^2 + b_3 (\cos i)^3 \quad (3)$$

$$\rho(i) = 1 - \alpha(i) - \tau(i) \quad (4)$$

▪ En incidence diffuse

Les lois de Fresnel nous permettent de déterminer les valeurs de références des propriétés du vitrage. Il s'agit:

$$\alpha_{\text{diffus}} = 2 \left(\frac{a_1}{3} + \frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{5} \right) \quad (5)$$

$$\tau_{\text{diffus}} = 2 \left(\frac{b_1}{3} + \frac{b_2}{4} + \frac{b_3}{5} \right) \quad (6)$$

$$\rho_{\text{diffus}} = 1 - \alpha_{\text{diffus}} - \tau_{\text{diffus}} \quad (7)$$

Les coefficients a_1 , a_2 , a_3 et de b_1 , b_2 et b_3 sont donnés par:

$$a_1 = 6,4646 \alpha_0 - 11,7745 \alpha_{30} + 9,4645 \alpha_{60} \quad (8)$$

$$a_2 = -20,3940 \alpha_0 + 35,3234 \alpha_{30} - 20,3940 \alpha_{60} \quad (9)$$

$$a_3 = 14,9294 \alpha_0 - 23,5489 \alpha_{30} + 10,9295 \alpha_{60} \quad (10)$$

$$b_1 = 6,4646 \tau_0 - 11,7745 \tau_{30} + 9,4645 \tau_{60} \quad (11)$$

$$b_2 = -20,3940 \tau_0 + 35,3234 \tau_{30} - 20,3940 \tau_{60} \quad (12)$$

$$b_3 = 14,9294 \tau_0 - 23,5489 \tau_{30} + 10,9295 \tau_{60} \quad (13)$$

Si aucune information n'est donnée sur les valeurs des taux d'absorption et de transmission, on peut déterminer leurs valeurs approchées en utilisant les corrélations suivantes:

$$\alpha_{30} = -8,5884 \cdot 10^{-4} + 1,0869 \alpha_0 - 6,1151 \cdot 10^{-2} \alpha_0^2 \quad (14)$$

$$\alpha_{60} = -1,7566 \cdot 10^{-3} + 1,2352 \alpha_0 - 2,7231 \cdot 10^{-1} \alpha_0^2 \quad (15)$$

$$\tau_{30} = -7,068 \cdot 10^{-4} + 9,3967 \cdot 10^{-1} \tau_0 + 7,0476 \cdot 10^{-2} \tau_0^2 \quad (16)$$

$$\tau_{60} = -1,6265 \cdot 10^{-2} + 6,9767 \cdot 10^{-1} \tau_0 + 2,4509 \cdot 10^{-1} \tau_0^2 \quad (17)$$

Ces diverses équations posées nous permettrons à travers diverses simulations d'analyser le comportement des caractéristiques intrinsèques d'une vitre. Cette analyse approfondie nous aidera aux choix adéquats du type de vitrage, de l'orientation à prendre voir même de l'inclinaison à adopter pour lutter efficacement contre la part du rayonnement solaire transmise au travers le vitrage.

Les simulations ont été faites sur trois modèles de vitrage en utilisant Matlab qui est donc un logiciel de traitement numérique.

3 EVALUATION DU FLUX SOLAIRE SUR UNE SURFACE VERTICALE

Pour rappel, l'évaluation du rayonnement global au sol et qui est reçu sur une surface horizontale, a deux composantes:

- Le rayonnement direct I^* ,
- Le rayonnement diffus D^* .

Cette radiation globale est donnée par la relation:

$$G^* = I^* \times \sin h + D^* \quad (18)$$

Par contre il faut souligner le flux global reçu sur une surface plane d'inclinaison i par rapport à l'horizontal et orientée d'un angle γ est la somme de trois composantes. Il s'agit de:

- La composante directe $S^*(i, \gamma)$,
- La composante diffuse qui est la somme des éclairissements diffus $D^*(i, \gamma)$ et réfléchi $R^*(i, \gamma)$.

$$G^*(i, \gamma) = S^*(i, \gamma) + D^*(i, \gamma) + R^*(i, \gamma) \quad (19)$$

Compte tenu du fait que la région de Dakar qui est notre milieu d'étude présente le plus souvent un ciel clair, nous avons pris la formule de **Kasten**. Cette relation nous permet d'évaluer le rayonnement direct reçu à l'absence de toute mesure (ou éclairissement) sur un plan perpendiculaire au soleil. Elle est donnée par:

$$I^* = (I_0 - 31T_L) \exp \left[-\frac{m \times T_L}{(0,9 \times m + 9,4)} \right] \quad (20)$$

Les expressions suivantes nous permettent de calculer respectivement le facteur de trouble de Link T_L et la masse d'air atmosphérique au sol.

$$T_L = 1,6 + 16\beta_a + 0,5 \ln P_v \quad (21)$$

$$m = \frac{1000}{P_a \times \sin h} \quad (22)$$

Tableau 2. Coefficient de trouble d'Angström [3]

ZONE OU COULEUR CIEL	β_a
Ciel bleu profond	0,02
Ciel moyen	0.10
Zones urbaines polluées	0,20
Ciel laiteux	0,8

3.1 ESTIMATION DE LA COMPOSANTE DIRECTE DU RAYONNEMENT SOLAIRE SUR UNE SURFACE VERTICALE

L'estimation de la composante directe du flux solaire sur un plan quelconque d'inclinaison i par rapport à l'horizontal et d'orientation γ peut être faite en utilisant l'expression:

$$S^*(i, \gamma) = I^*[\cos h \sin i \cos(\gamma - a) + \sin h \cos i] \quad (23)$$

Ainsi dans le cas d'une surface verticale comme le cas d'une fenêtre vitrée orientée verticalement, i sera pris égale à 90° et l'orientation γ est prise conventionnellement égale à:

- 0° pour le Sud,
- 90° pour l'Ouest,
- 180° pour le Nord,
- 270° pour l'Est.

3.2 ESTIMATION DE LA COMPOSANTE DIFFUSE DU RAYONNEMENT SOLAIRE SUR UNE SURFACE VERTICALE

Il faut cependant noter qu'à l'absence de toute mesure on peut évaluer l'irradiance diffuse sur un plan horizontal par la corrélation suivante:

$$D^* = 380 \exp\left(-\frac{4}{T_L}\right) \times \exp\left(-\frac{Z}{7,8}\right) \times (\sin h)^{(T_L+6)/30} \quad (24)$$

Par contre sur un plan quelconque d'inclinaison i par rapport à l'horizontal et d'orientation γ , l'éclairement diffus $D^*(i, \gamma)$ et la puissance réfléchiée sont respectivement donnés par les formules suivantes :

$$D^*(i, \gamma) = \frac{1 + \cos i}{2} \times D^* \quad (25)$$

$$R^*(i, \gamma) = \frac{1 - \cos i}{2} \times \phi \times G^* \quad (26)$$

Ces différentes formules sont intégrées dans le logiciel Matlab pour évaluer le flux solaire sur une paroi verticale et cela pour les orientations Sud, Ouest, Nord et Est. La connaissance de cette radiation nous aidera toujours à la prise de décision quant à l'orientation qu'il faut donner aux surfaces vitrées mais aussi à la détermination des charges thermiques au travers le vitrage.

4 RÉSULTATS DES SIMULATIONS ET DISCUSSIONS

4.1 RÉSULTATS DES SIMULATIONS DES CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES DU VITRAGE

Trois modèles de vitres ont été utilisés pour la simulation et ceci dans le but de ressortir leur différence et de faciliter la compréhension et le choix du verre le plus adapté dans la construction surtout dans les pays chauds. L'objectif recherché dans les régions chaudes reste toujours la réduction systématique des rayons solaires dans les locaux.

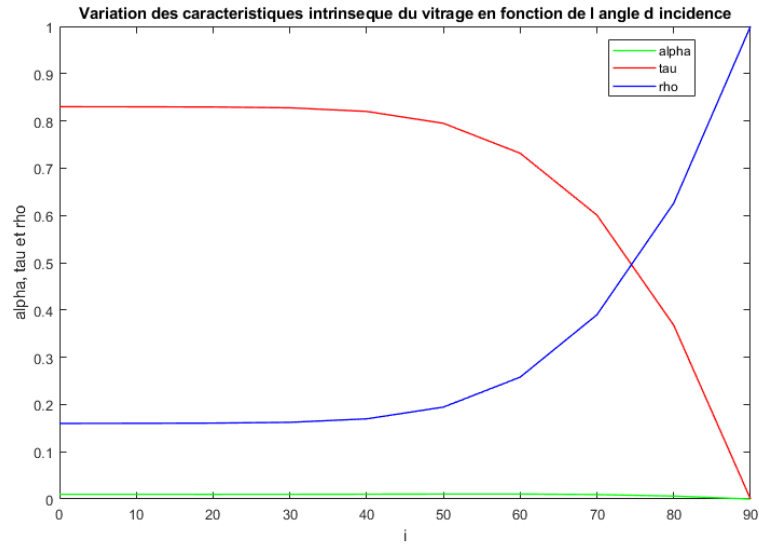


Fig. 2. Variation des caractéristiques d'un simple vitrage clair de 4 mm en fonction de l'angle d'incidence

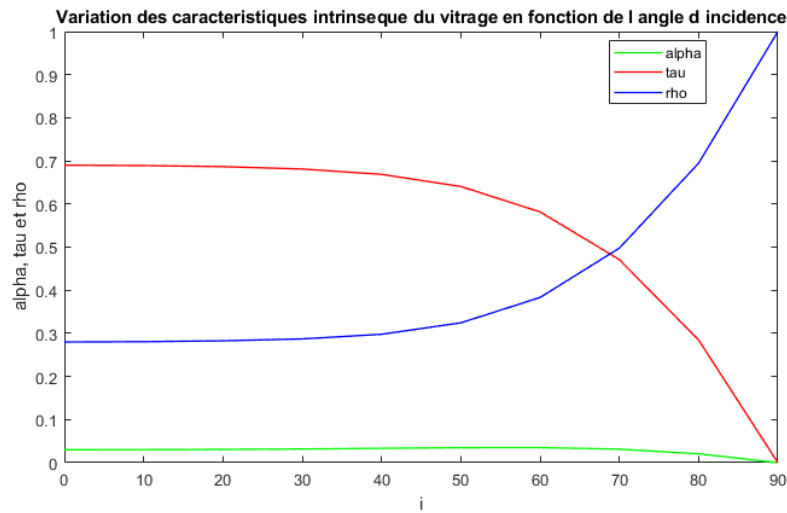


Fig. 3. Variation des caractéristiques d'un double vitrage clair de 4/12/4 mm avec lame d'air en fonction de l'angle d'incidence

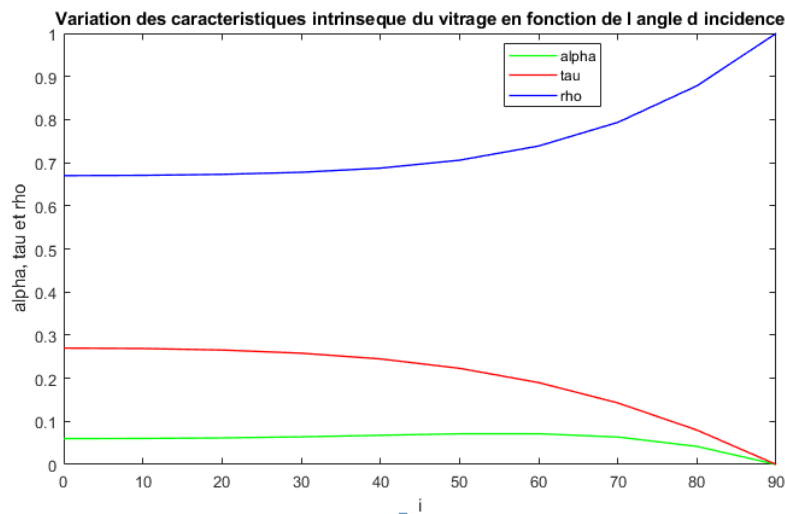


Fig. 4. Variation des caractéristiques d'un double vitrage 4/16/4 réfléchissant avec une couche basse émissivité en face 2 avec lame d'argon en fonction de l'angle d'incidence

Nous remarquons par l'analyse des différentes figures, que l'angle d'incidence n'a pas trop d'influence sur la capacité d'absorption par le verre du flux solaire. Et ceci est observé par l'évolution presque constante du taux d'absorption α du rayonnement.

Par contre, le facteur de transmission du rayonnement représenté par la courbe de couleur rouge est fortement dépendant de l'angle d'incidence. Il diminue progressivement avec l'augmentation de l'angle d'incidence. Pour donc protéger les parois vitrées contre un échauffement excessif, il faut impérativement les positionner de telle manière que le rayonnement incident ne puisse pas atteindre le vitrage avec un angle d'incidence nul c'est-à-dire perpendiculaire au plan du vitrage ou faible. Ainsi la position idéale consistera à opter à la place d'une fenêtre verticale, celle inclinée d'un angle donné avec la verticale. Cette inclinaison permet d'augmenter l'angle d'incidence et par conséquent réduire la transmission énergétique au travers la vitre. Cette position penchée est fonction de l'orientation de la vitre mais aussi de la hauteur du soleil.

Une remarque est aussi faite en analysant la courbe matérialisée par la couleur bleue. Elle montre que plus l'angle d'incidence est élevé mieux est le facteur de réflexion. Cette augmentation du taux de réflexion du flux incident entraîne forcément une diminution des apports de chaleur par transmission. L'augmentation du facteur de réflexion entraîne une réduction du coefficient de transmission solaire et cela peut être vérifié à travers l'équation (1) compte tenu du fait que le facteur d'absorption est presque constant.

Du moment que les propriétés du verre changent en fonction de l'angle d'incidence, on peut en déduire que le facteur solaire est aussi fonction de l'angle d'incidence du rayonnement solaire et évolue dans le même sens que le facteur de transmission énergétique. La figure 1, nous permet de voir le rapport entre facteur solaire, transmission énergétique et le facteur d'absorption.

L'analyse de ces courbes nous indique en définitive que la réduction significative des apports par rayonnement solaire passe nécessairement par l'augmentation du facteur de réflexion du vitrage. Ce qui fait que parmi les verres étudiés celui qui présente le taux de réflexion le plus élevé est le plus adapté pour se prémunir du flux solaire.

Dans le même sillage, nous avons établi grâce aux équations (5, 6, 7), un programme qui nous a permis de déterminer les coefficients diffus, transmis et réfléchi pour les trois types de vitrages étudiés. Ces coefficients répertoriés dans le tableau 3, nous permettront de quantifier la quantité des flux solaires diffus et réfléchi qui traversent les différents verres présentés. Là aussi on voit que le double vitrage 4/16/4 réfléchissant avec une couche basse émissivité présente les meilleures performances pour lutter contre les gains thermiques par radiation solaire.

Tableau 3. Facteurs diffus de transmission, de réflexion et d'absorption des trois types de vitres sélectionnés pour un angle d'incidence de 60°

Simple vitrage clair 4 mm		
Absorption diffuse α_{diffus}	Transmission diffuse τ_{diffus}	Réflexion diffuse ρ_{diffus}
0.0099	0.7495	0.2406
Double vitrage clair 4/12/4 avec lame d'air		
Absorption diffuse α_{diffus}	Transmission diffuse τ_{diffus}	Réflexion diffuse ρ_{diffus}
0.0320	0.6075	0.3605
Double vitrage 4/16/4 réfléchissant avec une couche basse émissivité en face 2 avec lame d'argon		
Absorption diffuse α_{diffus}	Transmission diffuse τ_{diffus}	Réflexion diffuse ρ_{diffus}
0.0648	0.216	0.719

Il faut préciser que pour la plupart du temps la distribution angulaire du rayonnement incident diffus sur une fenêtre est inconnue. Mais une intégration de ce rayonnement sur tous les angles d'incidences possibles nous permet d'obtenir un angle d'incidence unique de 60° pour une fenêtre orientée verticalement. Nous obtenons le même angle d'incidence pour le rayonnement réfléchi (Duffie et Beckman, 2006) [4].

Ainsi les projections sur les figures 2, 3 et 4, des coefficients d'absorption, de transmission et de réflexion diffus obtenus par simulation pour les trois types de vitrage étudiés (cf. Tableau 3) donneront un angle d'incidence sensiblement égale à 60°. Ce qui confirme la théorie de Duffie et Beckman.

4.2 RÉSULTATS DES SIMULATIONS SUR L'ÉVALUATION DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Une série de simulation est faite dans cette partie pour déterminer l'éclairement sur des surfaces verticales telles que les fenêtres vitrées et les façades des maisons. Je rappelle que cette simulation de la radiation solaire (figures: 4.4 et 4.5) s'est faite à Dakar pour une latitude de $14,69^\circ$ et une longitude de $-17,44^\circ$.

DONNÉES D'ENTRÉES:

$L = 14,69^\circ$; $l = -17,44^\circ$; $I_0 = 1353 \text{ W/m}^2$; $P_v = 35.48 \text{ mbar}$; $P_a = 1013 \text{ hPa}$; $\beta_a = 0.2$; $i = 90^\circ$; $\gamma = 0$ au Sud, 90° à l'Ouest, 180° au Nord et 270° à l'Est; $T_L = 6,584484579$.

4.2.1 EVALUATION DE LA COMPOSANTE $S(i, \gamma)$ DU RAYONNEMENT SOLAIRE DIRECT

Les valeurs obtenues sur la figure 5, sont issues de l'évaluation de l'ensoleillement pour le 1 octobre (274^{ème} jour de l'année). Un programme est établi pour déterminer l'éclairement direct durant le mois d'octobre. Il faut préciser que la tendance est similaire pour tout le mois. Cependant il faut dire que la pression de vapeur P_v d'eau est calculée en tenant compte de l'humidité moyenne du mois étudié et de la pression de vapeur d'eau max $P_{v, \max}$.

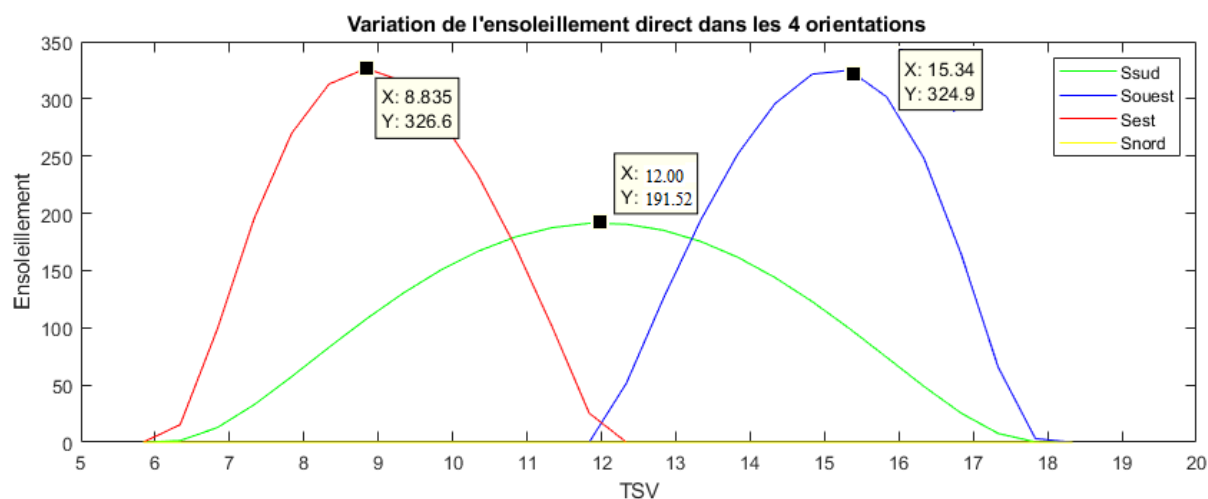


Fig. 5. Variation de la composante $S^*(i, \gamma)$ du rayonnement solaire direct (W.m^{-2}) pour une façade verticale orientée Nord, Est, Ouest, Sud à Dakar en fonction du temps solaire vrai (h)

Nous remarquons que la composante du rayonnement incident direct sur la façade orientée au Nord est nul durant toute la journée et cela s'explique par la course du soleil. Par contre on note une augmentation progressive de la radiation incidente au Sud de 6 à 12h pour atteindre son point culminant à 12 h avec une puissance de $191,52 \text{ W.m}^{-2}$. A partir de 12 h, on constate une baisse progressive de l'ensoleillement. Dans la plus part du temps, les parois exposées au Sud reçoivent le rayonnement solaire presque toute la journée du fait que le soleil dans sa trajectoire Est-Ouest en passant vers le sud reste le plus longtemps dans cette zone (Est, Sud Est, Sud, Sud-Ouest).

Les parois Est et Ouest présentent des variations opposées: la façade Est reçoit la plus grande partie des rayons solaires le matin avant midi et atteint une valeur maximale de $326,6 \text{ W.m}^{-2}$ vers 9 h tandis que la paroi Ouest en reçoit l'après-midi avec un maximum de $324,9 \text{ W.m}^{-2}$ à 15 h 34 mn. Cette tendance opposée peut s'expliquer par le fait que le soleil est présent le matin à l'Est et l'après-midi, il est dans sa trajectoire à l'Ouest.

4.2.2 EVALUATION DU RAYONNEMENT INCIDENT DIRECT, DIFFUS, RÉFLÉCHI ET GLOBAL SUR UNE PAROI VERTICALE

La figure 6, donne le résultat des simulations des différents types de rayonnement sur les parois Nord, Sud, Est et Ouest en fonction du temps solaire vrai pour le 1^{er} octobre. La même tendance est notée durant tout le mois étudié.

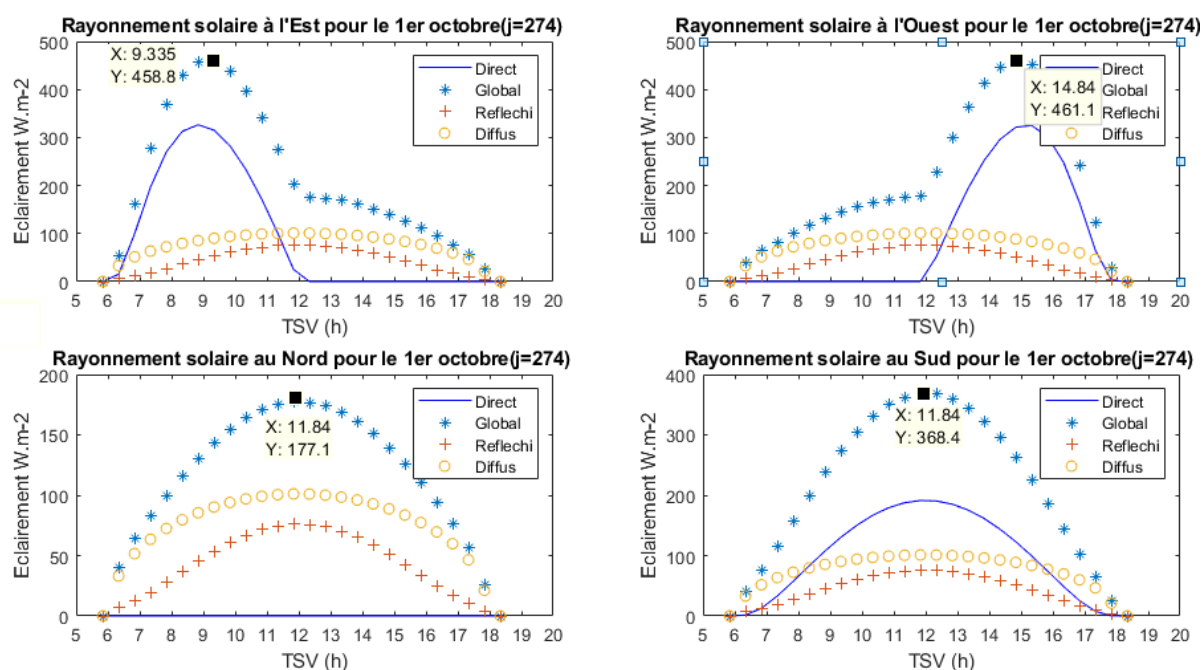


Fig. 6. Variation journalière des rayonnements global, direct, diffus et réfléchi sur une façade verticale en fonction du temps solaire vrai

L'analyse de la figure 6, montre que:

- Sur les façades Est, le rayonnement global est maximum le matin et on note une diminution progressive au environ de 10 h et qui s'accroît l'après-midi. Cette tendance baissière et qui diminue rapidement et de façon considérable vers 12 h 30 mn peut s'expliquer par la baisse des rayonnements diffus et réfléchi mais surtout par le fait que la composante de la radiation incidente directe est nulle. Une tendance opposée est notée sur les parois Ouest. Les rayonnements globaux reçus sur les parois Est et Ouest sont donc symétriques. Nous observons que c'est au niveau de ces deux faces que l'éclairement global est maximal donc nous devons éviter autant que possible d'orienter les fenêtres vitrées vers cette direction afin de réduire les apports solaires au travers les vitres. La même situation est observée à la figure 5.
- Sur les façades Nord l'éclairement global atteint son maximum à 12 h avec une intensité faible comparée aux autres surfaces étudiées. Cela s'explique par le fait que les parois situées au Nord ne reçoivent que les rayonnements diffus et réfléchi. Selon le jour étudié, le rayonnement réfléchi peut être prépondérant sur le diffus et son intensité est surtout lié à l'albédo. Nous recommandons fortement à travers cette étude que les baies vitrées, les fenêtres dans nos habitats soient orientées le plus souvent au Nord pour atténuer le maximum possible les apports solaires et cela va contribuer fortement à la réduction des charges thermiques donc à une meilleure gestion énergétique dans les régions tropicales et en particulier à Dakar objet de notre étude.
- Sur les façades Sud, l'évolution du rayonnement global est semblable à celle de la composante directe S^* (i, γ). Elle atteint une valeur maximale d'environ 368,4 $W.m^{-2}$ à 12 h.

Le rayonnement global reçu par une paroi est fortement lié à son orientation. La position d'une fenêtre vitrée sur une façade doit tenir compte de ce paramètre fondamental si on veut optimiser la consommation énergétique.

Il faut savoir que sur une surface verticale, le flux solaire varie en fonction de l'orientation. Ce qui justifie le fait que lorsqu'on veut se prémunir des apports solaires, il faut éviter autant que possible d'orienter les fenêtres à l'ouest car cette orientation, toujours inconfortable, présente l'inconvénient de recevoir le maximum de rayonnement en fin de journée alors que le bâtiment a suffisamment stocké de la chaleur.

Les fenêtres situées à l'Est reçoivent une quantité importante de flux solaire en début de journée, elles doivent recevoir peu d'ouvertures.

L'orientation sud présente l'avantage de recevoir un taux d'ensoleillement important en période froide et qui s'explique par la position courte de la hauteur du soleil. En été, cette orientation procure peu d'apport solaire dû fait de la position élevée de la hauteur solaire.

Les vitrages situés au Nord reçoivent un taux d'ensoleillement relativement faible mais présente l'avantage d'avoir un éclairage naturel le plus constant. Il est recommandé pour le confort d'été, les orientations Nord puis Sud et Est [5].

Nous remarquons suite à l'analyse de la figure 6, que les parois orientées suivant les quatre orientations étudiées reçoivent la même intensité du flux diffus et cela est dû à la diffusion sur toute la voûte céleste des rayons solaires diffus.

Une moyenne globale mensuelle de toutes les radiations (directe, diffuse, réfléchie, globale) sur les quatre orientations est représentée dans la figure 7.

Nous pensons que cela peut aider les spécialistes du conditionnement d'air dans l'évaluation des charges thermiques au travers le vitrage.

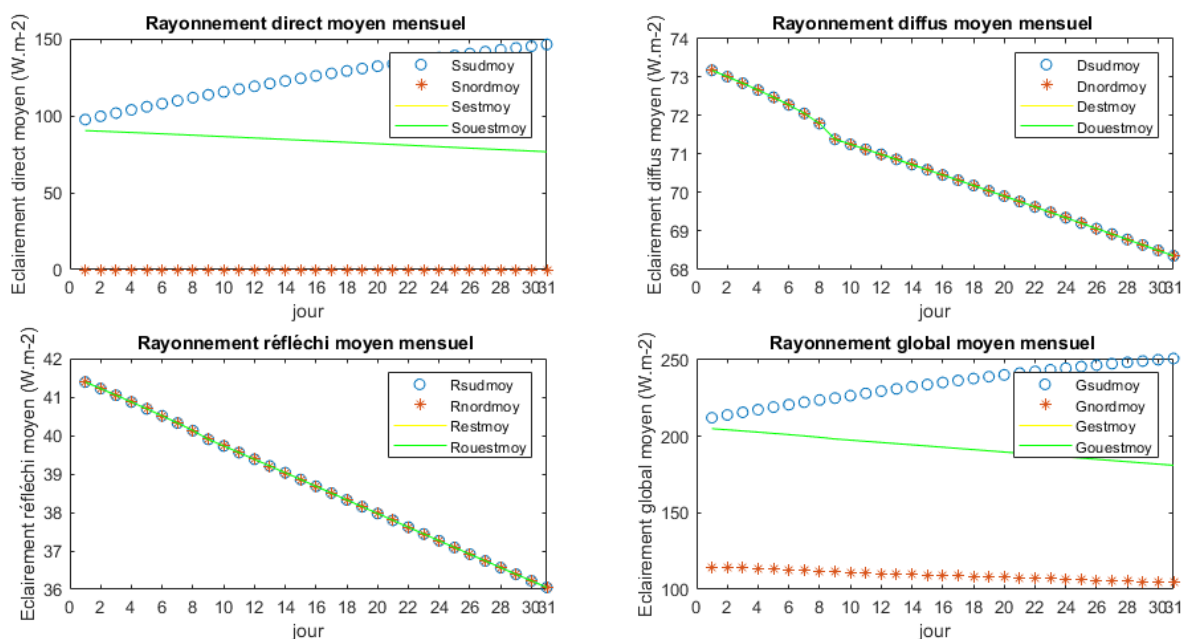


Fig. 7. Variation mensuelle moyenne des rayonnements global, direct, diffus et réfléchi sur une façade verticale

Au-delà de l'orientation et de l'inclinaison qu'on doit apporter à la pose d'une fenêtre ou d'une baie vitrée, il faut associer à cela l'installation de protections solaires (brise-soleil, store, volet, protections architecturales etc.) ou la mise en place de verres de contrôle solaire.

5 CONCLUSION

Le Sénégal a depuis quelques décennies adopté le vitrage dans le paysage architectural de nos immeubles du fait de son confort visuel, de son intérêt dans la réduction du poids des bâtiments mais aussi à cause de la lumière naturelle qu'il procure.

Malheureusement, l'aspect énergétique est pour la plupart laissé en rade et cela peut s'expliquer en partie par l'utilisation à grande échelle dans les bâtiments administratifs et dans nos maisons du simple vitrage; un verre dont le facteur de transmission est élevé.

Les caractéristiques thermo-physiques ont été développées et cela nous a permis de comprendre les différents paramètres sur lesquels on peut agir pour optimiser les apports solaires au travers le vitrage. La connaissance des caractéristiques propres d'une vitre et l'évaluation du potentiel énergétique d'une zone donnée sont des étapes importantes si on veut vraiment rationaliser la consommation énergétique de nos habitats. Une bonne lecture de ces paramètres nous aidera à bien orienter nos fenêtres vitrées et qui conduit à une optimisation énergétique. Ce qui va permettre ainsi de faire des économies d'énergies et de contribuer efficacement à la lutte contre les changements climatiques.

REFERENCES

- [1] Dossier réalisé par la société Belge Glaverbel spécialiste dans la fabrication du verre « Verre et contrôle solaire », année 2004, siège social Chaussée de la Hulpe, 166 (Watermael-Boitsfort).
- [2] Guillaume Lethé, Gilles Flamant « Calcul du facteur solaire de combinaison 'protection solaire-vitrage' Comparaison des méthodes normalisées simplifiée et détaillée », 27 oct. 2011.
- [3] Alain Ricaud « Gisement solaire et transferts énergétiques », Université de CERGY- PONTOISE Jan-2011.
- [4] Myal MALIKA « Evaluation des performances énergétiques d'une fenêtre dotée d'un vitrage électrochromique », mémoire de maîtrise en Génie Mécanique, Ecole de Technologie Supérieure à l'Université du Québec, 15 Juin 2010.
- [5] ADEME Fiche « Mise en place de protections solaires fixes ou mobiles sur les façades exposées » 08/03/03.
- [6] Ralph SAGELSDORFF, Peter BRUGGMANN Ingénieurs et Architectes Suisses « Transmission énergétique globale des vitrages », Article N°19 du 10/09/1987 P230-321-322.
- [7] European Solar-Shading Organization (ESSO) et la Fédération Française du bâtiment FFB, Membres comité technique Hervé: LAMY (SNFPSA), Ralf BAUR (ITRS) et al « La protection solaire dans les bâtiments à basse consommation », 1ère édition Février 2012.
- [8] D. G. Stephenson « Gains de chaleur solaire au travers des fenêtres et des parements vitrés. » Publié en novembre 1964.
- [9] Hamza Chérif Yamina « Analyse de l'efficacité lumineuse et énergétique des composantes fenêtres dans la conception du bâtiment: compromis entre confort thermique et confort visuel », mémoire de Master dans la spécialité Architecture Option Matériaux de construction et conservation du patrimoine à l'Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF d'Algérie, 27 Mai 2012.
- [10] Luis MERINO « Modélisation du rayonnement solaire pour la simulation thermique en milieu urbain », Thèse présentée à l'Université de Technologie Compiègne (UTC), 14 octobre 2013.
- [11] Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) Règles TH-S « Calcul du Facteur Solaire des Parois » Version du 06-03-2001.
- [12] Règles Th-Bât-Fascicule parois vitrées, date de publication 20 décembre 2017.
- [13] Luis MERINO « Modélisation du rayonnement solaire pour la simulation thermique en milieu urbain », Thèse présentée à l'Université de Technologie Compiègne (UTC), 14 octobre 2013.
- [14] European Solar-Shading Organization (ESSO) et la Fédération Française du bâtiment FFB, Membres comité technique Hervé: LAMY (SNFPSA), Ralf BAUR (ITRS) et al « La protection solaire dans les bâtiments à basse consommation », 1ère édition Février 2012.
- [15] Jean-Marie HAUGLUSTINE Dr. ir. Architecte, Directeur de l'Unité de recherche EnergySuD (Energie et Développement durable); et Francy SIMON, Ir. Architecte, Professeur émérite à l'Université Catholique de Louvain; « La fenêtre et la gestion de l'énergie », Guide pratique pour les architectes, 2ième édition 2018.

A situational analysis of ear and hearing care in the northwest region of Cameroon

Louis Mbibeh¹, Lynn Cockburn², and Awa Jacques Chirac³

¹University of Bamenda, North West Region, Cameroon

²Department of Occupational Science and Occupational Therapy, University of Toronto, Toronto, Canada

³SEEPD Program, Cameroon Baptist Convention Health Services, Bamenda, North West Region, Cameroon

Copyright © 2020 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 Sustainable Development Goals focus on promoting the wellbeing and health of everyone, including persons with hearing impairments, estimated at 466 million globally. Service provision is needed for these goals to be realized. This paper presents a situational analysis of ear and hearing care services in the Northwest Region of Cameroon, to contribute to the development of improved services. The paper provides a baseline overview of what is known about ear and hearing care, including a context analysis, suggestions on realistic targets for change, and recommendations for further work, policy development, and research. The World Health Organization Ear and Hearing Care Situational Analysis Tool for data collection and analysis was used to collect data from a cross section of respondents including providers and beneficiaries of services. Results indicate that there is a severe shortage of ear and hearing services, limited accessibility to medical products and health technologies, no training avenues locally available and no clear strategy to identify and address components and gaps. The study recommends an urgent need for the design of a 5-year strategic plan to address the gaps which should include strong representation from the deaf and hearing-impaired communities. This plan should ensure that every hospital and health center has a clear process for assessing clients of all ages for hearing impairments and that processes facilitating the acquisition of hearing care technologies are established. More broadly Information on hearing care needs to be shared in the mainstream and the deaf communities.

KEYWORDS: Hearing, Deafness; Hearing Loss, Hearing care, Hearing Impairment, Ear Diseases, Health Surveys, Situational Analysis.

1 INTRODUCTION

Ensuring healthy lives and promoting wellbeing for everyone at all ages, including persons with hearing impairments, constitutes a focus of the Sustainable Development Goals (UN, 2015). Given that 466 million people are estimated to be living with disabling hearing impairments, many of them living in sub-Saharan Africa (WHO, 2019), there is need for good service provision for these goals to be realized.

Hearing loss can be prevented and managed, and people with hearing loss can be supported to have good quality lives when health and hearing care services are provided. The fact that most of the causes of hearing loss are preventable (Wonkam et al 2015) further emphasizes the need for hearing care related services. As is the case in many parts of Africa, thousands of people in Cameroon live with hearing loss, which is not well documented or supported (Wonkam et al 2013). Additionally, little is known about ear and health care (EHC) services in Cameroon.

The WHO defines ear and hearing care as “comprehensive, evidence-based interventions to prevent, identify, and treat ear diseases and hearing loss, and to rehabilitate and support persons with hearing loss” (WHO, 2015: 6). The provision of such services takes commitment from governments, non-governmental organizations, and related stakeholders. At a national level, the development and implementation of a strategy to provide comprehensive EHC assures that all people who need EHC receive it at the appropriate time with limited socioeconomic constraints. For those involved in EHC, an assessment of the situation related to EHC is necessary. Having a clear understanding of what is known about the epidemiology, including

common and rare causes of hearing loss, can assist governments and health organizations to plan and deliver services. Clearly assessing the available human resources, programs, and associations can identify strengths and gaps in systems to facility system strengthening. EHC services need to be understood in the broader context of health, disability, rehabilitation, and social systems, as well as other sectors such as industry and education, in which they occur. It is within this framework that this situational analysis was done.

According to the World Health Organization, conducting a situation analysis can achieve several objectives, including:

- “to assess the available direct and indirect policies, services and human resources related to ear and hearing care;
- to describe the framework and functioning of the health care system in the country, in the context of ear and hearing care;
- to assess the need for ear and hearing care services;
- to identify opportunities for promoting and sustaining integrated ear and hearing care along the continuum of care, at all levels of the health system.” (WHO, 2015 p.6)

Situational analyses can be conducted at national and subnational levels, and used for policy change, advocacy, and strategic planning. A situational analysis may be initiated by the Ministry of Health, by ear and hearing care professionals and associations, or by nongovernmental organizations (NGOs) working in the field. In the case reported here, the analysis was done by an international team to inform practice, research, and project development.

The purpose of this situational analysis was to provide a baseline overview of the situation of EHC in the Northwest Region (NWR) of Cameroon, including what is known and not known about EHC; provide some analysis and context for the situation; suggest realistic targets for change; and identify recommendations for further work, policy development, and research.

We used the guidance from the *Ear and Hearing Care Situational Analysis Tool* provided by the World Health Organization (WHO, 2015) for data collection and analysis. Our methodology is explained in more detail below. Following the Methodology section we present the analysis and discussion of the situation, with a description of the key points relevant to EHC strategy development. The last section provides some suggested recommendations and targets which could be achieved in the next 5 years and a general conclusion to the paper. We do refer to information about the national situation and information from other regions in Cameroon when necessary to provide additional contextual information and when information about the NWR is not available.

2 BACKGROUND TO THE STUDY

This study was initiated by researchers and practitioners who wanted to know more about the current EHC situation in the NWR in preparation for research and program development. Our experiential knowledge from past research and program delivery in the NWR was that services were lacking, and therefore we wanted to have an empirical and clearer picture of specifically what was available, and the nature of the gaps. Over the past several years, we have identified the need for situational analyses in a number of areas related to impairments, disabilities, rehabilitation, and social inclusion in the NWR of Cameroon (Ray, Wallace, Mbuagbaw, & Cockburn, 2017). It is within the context of a community of practice on disability and rehabilitation known as the GRID Network (Cockburn, Mbibeh and Awa, 2019) that this situational analysis was initiated and conducted as part of a program planning and evaluation process.

At the time of writing, the NWR was experiencing significant crisis and conflict (International Crisis Group, 2017; CHRDA and Wallenberg Centre, 2019), making it difficult to collect information and hold meetings. This crisis made it even more important to document available hearing services to inform future interventions for the population. The authors have taken all reasonable precautions to verify information and considering the crises situation that at the time of writing the information contained in this report was accurate. Our hope is that this paper will be modified as more information and services are developed in subsequent years.

3 METHODS

The WHO Ear and Hearing Care Situational Analysis tool was chosen as the guiding framework to collect information for the project. The questionnaire itself is available in full in the WHO document (WHO, 2015), and an overview is provided in Appendix 1.

The study used qualitative approach (Merriam & Tisdell, 2016) to data collection. Data was collected through interviews and focus group discussions with informants including practitioners, duty bearers, service providers, service users and persons with hearing impairments.

Due to the desire to document the situation and develop a baseline document, we decided to use convenience, purposive and snowball techniques to identify information and informants. Considering the backgrounds and work experience of the people consulted, the sources of data used for this analysis are based on the experiences of the informants, and from peer reviewed and grey literature.

A systematic search and review of literature in the domain provided information. Informants were invited through mail and phone calls to provide information on the WHO Situational Analysis Tool adapted for this project. The information provided was recorded by the research team. This information was collected over a 5 month period, and informants were given time to review their responses and information to ensure accuracy.

3.1 DATA COLLECTION PROCESS

Several sources of information were used. The first step in our process was to adapt the questions from the WHO document for the context in the NWR. We drew from the information found in the WHO guidance document, including the concepts, definitions, and methods used, rephrasing some items to suit the context while maintaining the general purpose and chronology of the tool. In the process, some words and grammatical structures were revised by the research team to address anticipated comprehension challenges by informants.

The first author convened meetings with practitioners in the area to gather the information and to discuss the analysis with them in an iterative process. During these meetings, practitioners discussed possible ways of understanding the situation, given the contextual realities. Consensus on the best ways to collect information was reached. Key persons with interest in EHC were identified and asked to contribute information.

Simultaneously, a literature search conducted by the authors identified articles directly related to EHC in Cameroon.

3.2 DESK-BASED DATA COLLECTION

Information such as the country profile, burden of disease, epidemiology of hearing loss, and health status indicators was searched for using peer-reviewed literature, WHO statistics, the available national statistics, and accessible Ministry of Public Health documents. An extensive online search for information related to EHC in Cameroon was conducted, not limiting the search to academic publications but also to any available gray literature or project reports. The key articles from this search are included in the reference list.

3.3 INTERVIEWS WITH RELEVANT STAKEHOLDERS

The WHO (2015) suggests doing interviews with stakeholders. We did conduct in-person meetings with key stakeholders. We used phone calls, WhatsApp, and email for gathering data with key people when in person meetings were not possible. Responses were recorded as email messages or in handwritten notes. However, extensive interviews were not possible due to the current crisis situation in the NWR which made travel and communication extremely difficult.

3.4 ANALYSIS

As information was collected, it was collated and organized in the format provided by the WHO Tool. Sources of information were recorded. When documentary evidence was not available, the source or person who provided the information was included in the list. Abstract tables were completed carefully and were used to record the information on different aspects of ear and hearing care services. When possible, notes were made to show changes over a period of time. A thematic analysis following the tool used was done by the research team and a final report was produced, first as a draft for review. As intended, the report focused on the NWR as of 2019. To situate the information about the region, reference was made to the national situation to provide context as relevant.

3.5 ITERATIVE VERIFICATION

Once written, the draft situation analysis report was shared with 8 EHC professionals including clinicians, educators, researchers, managers and public health professionals, requesting their responses. Specific areas to be verified by each individual were highlighted. The responses received were then incorporated into the final report.

4 PRESENTATION OF FINDINGS AND DISCUSSION

This section presents comprehensive findings from the general data collected with reference to the data collection instrument as adapted from the WHO situational analysis tool earlier presented. While the data was collected and analyzed using this tool, the presentation of findings and discussion in this paper follows key thematic areas found indispensable and useful to the context of study. We do not follow the chronology of items in the tool but have presented them in a way suitable for easy comprehension and reading. Key articulations include analysis of the situation of stakeholder involvement and participation in ear and hearing care and the development of ear and hearing care strategy.

4.1 SITUATION OF STAKEHOLDER INVOLVEMENT IN EHC

We used the WHO Tool to identify relevant stakeholders in ear and hearing care in the region. The stakeholders included government ministries, key professionals, and non-governmental structures. This section describes the stakeholders as listed in the guidance document, their involvement in EHC, and the implications thereof.

4.1.1 GOVERNMENT STRUCTURES

In terms of government ministries, the Regional Delegations of the Ministries of Public Health and of Social Affairs were present in the NWR. Although these ministries were present and the fact that EHC falls within their mandates, they reported very limited consideration given to ear and hearing care within their programs. The Regional Delegation of Public Health, for instance, had no personnel specifically designated for hearing impairment, ear services, disability, or rehabilitation services. Some information related to ear and hearing problems, and EHC services were considered in the general data that was collected about health in the NWR. Although the Ministry of Social Affaires did report a service in charge of persons with disabilities, there was no one specifically designated in this service for hearing impairment or ear services.

Government hospitals in the region reportedly had very limited services for ear and hearing care. There was a recently created Ear Nose and Throat (ENT) service at the Regional Hospital in Bamenda with one specialist for the population of the NWR.

We did not identify comprehensive information on EHC from literature or publicly available data, and learned that EHC information was not specifically collected. There was no central registry or publicly available source of EHC services in the NWR.

From our interactions, there appeared to be a few people (stakeholders) in the regional Ministry of Public Health offices who had an interest in promoting EHC strategies, however none were able to do so without support from their central Ministry offices, and without financial support, neither of which appeared to be available.

4.1.2 BENEFICIARY GROUPS

Our data shows that a national committee for ear and hearing care was being formed although it was not currently active and did not yet have regional representation in the NWR. Another national association, The Cameroon National Association of the Deaf (CANAD), had a regional branch in Bamenda. According to the president of CANAD, this was the only functional association of deaf persons in the NWR. Unfortunately, this branch association faced difficulty bringing its members together as they had mostly been reticent to join in activities and meetings organized at the national level citing reasons such as poverty and lack of education hampering progress.

There was little activity in associations of persons with hearing impairments in the NWR. Several people reported that there were no associations for the deaf in the region, and that although many attempts had been made to create some, they had failed, even prior to the current crisis. There were some private, non-governmental initiatives and organizations working for the social participation of persons with hearing impairment such as the Association for the Empowerment of Deaf and Vulnerable, created in 2016, and which was not functional due to the crisis.

The North West Development Association for the Deaf began in 2001 and ended in 2003. Reasons advanced for this failure by the founders indicated the lack of participation from members of the deaf community. They noted that documents related to the creation of the organization were deposited at the Senior Divisional Officer's office, but deaf persons were not working together to see the development of the association hence the legal documents were not received and the association ended.

In Abstract, there was no active association of persons with hearing impairment in the NWR and no involvement in any significant way of persons with hearing impairments in hearing care activities, except for occasional participation in meetings.

4.1.3 KEY PROFESSIONALS

There was an acute shortage of key professionals involved in ear and hearing care service provision and planning in the NWR. As mentioned above, there was no central listing of professionals or services. However, the Societe Camerounaise d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Cervico-Faciale known as SCORL, (in English, the Cameroon Society of Otopharyngology Head and Neck Surgery) most recent online list of members (2011) did not identify any members from the NWR¹. Since there was no EHC professional organization in the NWR, we were unable to use that avenue to contact people. The few professionals identified were through the personal lists of the authors and colleagues.

We noted that there were 4 physicians in ear and hearing care in the NWR (see Table 3, Appendices 4), and 3 trained ENT nurses, 1 audiologist, 4 hearing aid technicians and many sign language practitioners². There were no personnel for other specialties like otologists, speech therapists, and trained sign language interpreters.

There were several sign language practitioners, mostly found in schools for the deaf, and these were often people who had been trained as part of teacher training programs. There were no professional organizations where these professionals could meet or engage in professional development. The only national organization for sign language practitioners as indicated by one of the interviewees was very dormant as no meetings had recently been held with no professional activities going on.

Our information shows that there was no strategy for developing, supporting, or training the EHC workforce in the NWR, or in the country. There was an extreme shortage of EHC workforce for both service provision and training in the NWR.

4.1.4 TRAINING INSTITUTIONS AND NGOS

Of the five universities in the NWR, none had programs for training EHC professionals (specialized nurses, doctors, audiologists, or others). There were some small private training institutions which occasionally provided training but they did not appear to be any ongoing training programs.

A few local and international NGOs working in the field of ear and hearing care were identified in the region. These organizations included the Cameroon Baptist Convention Health Services (CBCHS) and some individual initiatives (see Table 2 Appendices 3). It was noted that expatriates had provided ear care services through these NGOs which were appreciated by beneficiaries.

Two Audiologists had worked in Mbingo Baptist Hospital and volunteers from the UK registered charity organization, Sound Seekers, had been present in the NWR to provide services within the CBCHS. Experiential training was provided by these expatriates to personnel in the structures who further provided primary health care services related to ear and hearing care. Further information on basic audiology service, school improvement programs, and primary ear and hearing care in the country was limited³.

In summary, there were a few stakeholders in private organizations interested in promoting EHC strategies. Some had initiated EHC initiatives leading to identification of people with hearing impairment, referrals, and treatment such as the CBCHS and some Catholic Health Institutions with one and two Ear, Nose, and Throat surgeons respectively.

4.2 EAR AND HEARING CARE STRATEGY DEVELOPMENT

Based on the information obtained, this subsection describes the key points relevant to EHC strategy development in the NWR. This strategy is based on the expressed necessity for ear and hearing care services, a consistent leadership and governance structure, and engaging stakeholders amongst other strategies discussed below.

4.2.1 NEED FOR EAR AND HEARING CARE (EHC) SERVICES

There was extremely limited information available about hearing impairments and deafness in the NWR. This review of the situation indicates that there was no clear strategy to identify the components and gaps of the severe shortage of EHC services,

¹ <http://www.medcamer.org/wp-content/uploads/2011/01/orl>

² These are mostly grade 1 teachers trained in inclusive teacher training colleges and who are practicing and using sign language. Most often they serve as interpreters in churches, ceremonies. They are not trained sign language interpreters as they told us.

³ e.g. <https://www.sound-seekers.org.uk/cameroon>

and no publicly available EHC strategy in the NWR⁴. Specifically, there is a need for the full range of planning, implementation, and evaluation of EHC services.

The experts consulted for this study did not have clear information about EHC services or the need for them. During focus group discussions, it was noted that only estimates of the number of persons with hearing impairment could be made and such estimates from association member lists could not be referred to as the population of persons with hearing impairment in the region. Estimates included 30 members for the Association for the Empowerment of Deaf Persons, and CANAD estimated that there are about 2000 deaf persons in the NWR. It is evident that efficient planning may not take place considering these kinds of figures that are rough estimates.

We identified one study which addressed the need for EHC in the NWR. Mactaggart, Ferrite, and colleagues (Ferrite et. al, 2017; Mactaggart, et al, 2016) reported a prevalence of hearing impairments in the Fundong area (one part of NWR) of 3.6%, which was lower in younger people. With respect to functional limitations due to hearing impairments, they identified 6 children in the age range 2 – 17, and 33 people over the age of 18. In total, they identified 127 people over the age of 3 with hearing impairments: 76 moderate, 15 severe, and 9 who had profound impairment (deaf). Children under the age of 3 were not assessed. They noted that missing hearing severity data for 23 participants excluded them from some of the analysis. Several EHC service needs were identified and can be extrapolated from this study.

There was noticeable indication of the need from studies done outside of the NWR. Agborbechem and Orok (2020), focusing on workers with hearing impairment in the Southwest Region of Cameroon, reveal that collaboration competencies significantly improves career development for workers with hearing impairment. Oyono and colleagues (2018) reported a high prevalence rate of speech and language disorders in children 3 to 5 years old in Yaoundé. There is limited information about genetic causes of hearing impairment among Cameroonians: Wonkam, Lebeko and colleagues (Lebeko et al, 2017; Wonkam, 2015) report on the prevalence of novel genetic mutations in persons with hearing impairment, stating that mutations do not appear to be common in familial cases of hearing impairment and therefore do not need to be investigated in routine clinical practice but would be worth understanding for service provision.

Overall, it was noted that there were very limited services and there was no current strategy for service delivery for EHC services in the NWR. From a focus group discussion with persons with hearing impairment, it was found that communication challenges make it difficult for persons with hearing impairment to access the few services available. Information passed through radio and word of mouth or even in written formats was not accessible to most persons with hearing impairment.

4.2.2 SERVICE DELIVERY

The study notes that there were very limited EHC services available in the NWR. There was some awareness among policy-makers about the need for EHC services but there was no coordination or regional plan for how this would be done. Development and implementation of a strategic plan for hearing care appeared to be unlikely but could be put in place to address the current conflict, and for when the current crisis subsides.

EHC services (including surgical and audiological services) were available in limited centers at secondary level only, through privately operated organizations (faith-based non-profit and for profit organizations). Key informants said *“these people do not operate in the open. Some are doctors in the regional hospital with friends abroad allowing them to access materials. Clients who need hearing aids can be directed to go to them from the hospital level. Some don’t actually have the necessary permit to do so but the population needs the services, so they just go.”* It appears some practitioners provided hearing aids without hearing tests or the facilities to adjust the aid to the needs of the recipient. Some people went to Douala or Yaoundé if they could afford it.

At the regional or national level, there were no government-led:

- Infant hearing screening and intervention programmes,
- School hearing screening and intervention programmes,
- Provision of hearing devices, or
- Provision of other assistive devices.

Basic EHC screening was noted to be standard practice in many, but not all, antenatal clinics in the NWR. However, there was no clear referral process for infants who were identified as possibly having a hearing impairment. In 2013, guidelines for

⁴ Please see information and summary tables in Part 2 for specific information about the services which are available

screening children were developed (NWR Best Practices Group, 2013) but these appear to not have been adopted or implemented by either public or private organizations.

The total number of hearing aid and ear mold technicians in the NWR was 4, giving a ratio of about 0.2 per 100,000 population (4/2,000,000 pop.) All of them were employed by one faith-based organization, Cameroon Baptist Convention Health Services, with 3 in one hospital, and 1 in another. The minimum educational qualification required for entry to become a technician was a Bachelor's degree in Nursing sciences. There was no training opportunity in the country, therefore training was done out of the country in places such as Zambia and Kenya.

An initiative in auditory verbal therapy (AVT) was started by Courtney Bell, SLP from the United States in Mbingo Baptist Inclusive School and Sign Language Centre in 2017. In this initiative, students that were fitted with hearing aids received group AVT sessions with her. She was in the process of training an ENT Nurse at the Integrated School for the Deaf when the crisis forced her to leave the NWR, and did not permit her to complete the program. It would be beneficial to continue this initiative with a focus on the relationship between EHC and the speech and language services.

EHC was not well integrated into other services, policies, or strategies such as those for child health, tuberculosis management, HIV management, occupational health services, strategies for healthy ageing, disability policies, or the provision of assistive devices. Integration is crucial for appropriate, good quality healthcare, and we provide just one example here. Kuaban and colleagues (Kuaban et al., 2015) demonstrated that hearing impairments can be a result of treatment for multidrug-resistant tuberculosis, affecting approximately 43% of patients receiving the treatment, and therefore should be addressed in tuberculosis programs. Reports from gray literature indicate that the recent COVID 19 disease can affect the patient's sense of hearing. If this is confirmed, it will be that there is need to consider hearing care in the treatment protocol.

Several informants reported that many families turned to traditional or religious healers when medical services were not available for affordable costs. Therefore, our consideration of EHC service delivery included these sectors. However, there was no published information available about these services in relation to EHC that we were able to identify.

The incidence of congenital or early-onset childhood hearing loss (ECHL) is not available and there was only limited information about prevalence; therefore, services were not based on clear epidemiological information. The expert informants consulted stated that many children develop hearing impairments because they are not screened for preventable causes of impairments and are treated by non-experts or traditional healers.

4.2.3 LEADERSHIP FOR EHC AND GOVERNANCE STRUCTURE

This investigation showed that there was very little institutional leadership for EHC. Neither the Regional Delegation for the Ministry of Public Health nor the Regional Delegation for the Ministry of Social Affairs had programs to provide leadership or guidance for EHC services. The central ministries in Yaoundé did not appear to have strategies for EHC in the NWR.

In the non-governmental sector, there was also a lack of leadership in EHC services. We identified a few organizations that had hearing services; these appeared to be developed on an ad hoc basis within organizations. From our analysis, the regional branch of the national hearing association was yet to take full responsibility and to be active in the NWR. Most of its activities seemed to be about representing persons with hearing impairment in meetings. There was no formal association of hearing professionals in the NWR, and little activity in the country that had an impact on the NWR. It was very difficult to get information about professional associations. It is therefore evident that for all three areas of leadership very little to no information was available online.

4.2.4 TECHNOLOGY

This study showed that there is no EHC technology available on a consistent basis in the NWR. At times, charitable and for-profit organizations provide services and technology such as hearing aids. People who required technologies such as hearing aids usually needed to travel outside of the NWR (to Yaoundé and Douala, or out of country) to obtain them.

In 2014 the ENT Department of the Cameroon Baptist Convention's Mbingo Baptist Hospital (MBH) screened pupils in the CBC Inclusive School and Sign Language Centre (ISSLC) and in the community. They gave hearing aids to 10 people at subsidized costs with funds from the international non-governmental UK-based organization, Sound Seekers. There have been similar one-time initiatives in the past, however we were not able to obtain written reports of these initiatives.

The earmold laboratory at MBH started working in 2017, with 5 molds made by 2019. The lab was financed, and its personnel trained, by Sound Seekers. This was the only earmold laboratory functioning in the country at the time of our study. In services in Yaoundé, the silicone ear impression is sent to France, where the final acrylic earmold is made, and then it is sent back to the hearing aid dispenser in Cameroon. Once the earmold is attached to the hearing aid, the user can then wear it.

These initiatives were financed entirely through private initiatives, either personally or through charity. People needing hearing aids and other EHC technologies mostly had to organize and pay for EHC technologies themselves, including making arrangements with specialists abroad, which was very expensive. At times the technologies were not adapted to local realities and just acquiring an accessory like a battery meant that the client ordered it individually from abroad. Likewise, repairs were not done in the NWR.

In MBH, the audiology clinic users tended to be mainly mature adults. There were few children seen at the MBH, and this lack of provision to children was due to the lack of specialized pediatric audiology training and personnel, and the lack of specific equipment for early diagnosis of hearing losses in babies, toddlers, and young children. Both weaknesses need to be addressed.

New, digital, programmable, behind the ear (BTE) hearing aids (Phonak® and Siemens®), suitable for moderate to severe/profound levels of hearing loss had recently become available through the CBC MBH ENT department. This department started producing ear molds and could provide batteries for some hearing aids. These hearing aids and batteries were provided by the Sound Seekers, delivered from sources in Zambia. The average price for a new hearing aid through this service was 200,000 CFA (400 USD), although it was indicated that this was just a reference point for costs. Most hearing aids fitted in MBH were given for free, and some paid up to 200 USD, as a comparison to prices in the private open market (described earlier in this paper). There were reports that in Bamenda hearing aids could be found sold by private vendors for 2,000 USD per unit.

Little information related to the repair of hearing aids was available from informants. MBH had two audiology technicians trained in Zambia and this training equipped them with some skills in repairing hearing aids. However, for complicated maintenance, hearing aids were sent to partners in Zambia. Generally, Zambian sources refurbish and donate hearing aids to MBH. Cochlear implants (CI) were not available through the public health system. The first CI in the country was done in 2019.

There was no strategy at the NWR or national level for the availability and accessibility of medical products and health technologies related to EHC. Very few products were available in the country, and these tended to be very expensive with little opportunities for maintenance.

4.2.5 HEALTH INFORMATION SYSTEM AND ONGOING RESEARCH

The Regional Delegation of Public Health, through its department in charge of health information, collected some data related to hearing care, which it reported to the national ministry. There did not appear to be a clear strategy in place for the inclusion of ear and hearing in the health information systems or in ministry-initiated research. EHC health information was not readily available, and it was evident that it was low priority in health, social services, and education systems. The few hospitals that offered hearing care had tried to do so in outreach programs to sensitize the population on hearing care and to identify people with such conditions. However, these outreach programs had limited reach and impact, and appeared to not be well documented, leading to loss of institutional memory. Individuals might believe that nothing or little has been done, and then duplicate efforts.

There were no government-led agencies or institutes, other research groups, or researchers conducting research in the field of EHC information in the NWR. There was an occasional research study that included ear and hearing as part of public health research, but no specific research group or health information system that collected this information was available. For example, Zummond and colleagues (2019) reported that they were not able to conduct interviews with persons with hearing impairments on their access to health services because these individuals were not able to use sign language. More so, it was found out that there was no formal planning and monitoring in the NWR of EHC strategies by the Ministry of Public Health, or by the Ministry of Social Affairs. In a few private organizations, some individuals were attempting to monitor what was happening at a national level.

Oyono, Pascoe and Singh (2018) noted that while the prevalence of hearing impairment in Cameroon remains unknown, it is important for research on hearing impairments to be conducted to improve the childhood speech and language development. Dr. Lebeko, Dr. Wonkam, and others are engaged in research on hearing impairments in Cameroon. However, it was noted that there was no researcher or research group currently doing sustained research on EHC strategies in the NWR. Earlier in 2016, Mactaggart et al (2016), used The WHO Ear and Hearing Disorders Examination Protocol (WHO, 1999) in Fundong in the NWR to assess hearing impairments. They were able to use the Oto-Acoustic Emissions (OAE) Tests, Pure Tone Audiometry, and Otoscopy examinations done by an ENT nurse to identify prevailing impairments. Unfortunately, this initiative was not continued in this division, or any of the 6 other divisions of the region.

5 KEY RECOMMENDATIONS AND WAYS FORWARD

This section is a summary of EHC in the NWR, based on the information obtained during our study. We have included suggested recommendations and targets which could be achieved in the next 5 years.

The study found out that there was no existence of an ear and hearing care strategy for the region. It is therefore recommended that the Delegations of the Ministry of Public Health, the Ministry of Social Affairs, the Ministries for Education, and other ministries set up an EHC group mandated to develop a 5-year strategic plan for EHC in the NWR. This group would include governmental and non-governmental stakeholders, and representation from the deaf and hearing-impaired communities.

For residents in the NWR, EHC services were not affordable and no health financing was available. EHC was not noted to fall in the mainstream health priorities in the hospitals. The few efforts to provide EHC in the NWR were mostly by international NGOs that fund hearing care. Lack of financing for hearing care had impacted care negatively and was consequently leading to more hearing disabilities. There is therefore need for more advocacy to focus on the importance of hearing care to be considered as a mainstream health priority in the hospitals and health systems. This advocacy could lead to more funds for EHC services. The inclusion of EHC in plans for universal health coverage in Cameroon (see Nde et al, 2019) is vital.

In terms of leadership and governance, there was no organized EHC body or other leadership organization for EHC in the NWR. There was no government-led committee or appointed coordinator for EHC. From this perspective, The Ministry of Public Health and the Ministry of Social Affairs should come together to provide strategic direction and leadership on EHC in the NWR. Development of an EHC Platform (a collaborative, inter-organizational group) to plan and coordinate EHC services, and to develop professional leadership opportunities would open avenues for both public and private stakeholders to engage in EHC.

5.1 SERVICE DELIVERY AND STAKEHOLDER PARTICIPATION

There is need for much better information about the causes and prevalence of hearing impairments in the NWR which could then be used to plan and develop appropriate services. Every hospital and health center should have a clear process for assessing hearing impairment in people of all ages.

The guidelines developed in 2013 (NWR Best Practices Group, 2013) for screening and assessment of children should be updated and implemented across the NWR. Additional guidelines and practice protocols should be developed and implemented for public, non-profit and for-profit EHC organizations. Above all, there is need for government policy to include EHC to the national health system as a priority in health care delivery.

There has been little to no opportunity for stakeholders to participate in planning, implementation, or evaluation of EHC services. While there were a few stakeholders who were committed to EHC, this is insufficient to drive forward the policy development and implementation process. There is need for comprehensive planning of EHC services and interventions with the involvement of stakeholders from the beginning of the processes rather than during implementation.

5.2 HEALTH WORKFORCE

The study concluded that there was a severe shortage of all levels of human resources required for EHC services in the NWR and in the country. The study thus recommends that every hospital should have at least one staff member who is trained in working with people who are hearing impaired or deaf, and who is fluent in sign language, to be able to engage in interpretation and appropriate communication when needed. Sign language interpreters should be available at the level of the hospitals to assist clients with hearing impairments.

5.3 CAPACITY FOR EDUCATION AND TRAINING

There was very limited to no training available at the current time. Educational facilities for development of human resources for EHC were not available in the NWR or in the country. The crisis is compounding the situation (many schools have been closed for four years), making education at all levels extremely difficult. Apart from the ongoing conflict situation, there was little to no capacity for the development of education and training, as there were no trained faculty members available or schools that could develop appropriate EHC training programs.

In conjunction with the development of a 5 year and longer strategic plan, stakeholders should support the training and education of a range of EHC professionals outside of Cameroon to enable this cadre to then develop training programs in the NWR. The University of Bamenda could consider how EHC education is incorporated into its health, education, business, and other programs. All education institutions for health professionals in the NWR should incorporate ear and hearing care in their programs.

5.4 HEALTH FINANCING AND TECHNOLOGY

The study shows that there is no EHC technology available on a consistent basis in the NWR and that there is an acute shortage in health financing for ear and hearing care. We therefore recommend that better processes to acquire, maintain, and evaluate hearing care technologies need to be developed and implemented by all stakeholder organizations.

The development of synergistic processes to facilitate the acquisition of technologies from other parts of Cameroon and from abroad would allow more people in the NWR to obtain needed services. For example, health services and associations could organize regular clinics in Bamenda and sponsor EHC specialists to provide and check on hearing aids, or could organize and provide trips to major centres for groups, if there was coordination and sharing of the administrative load.

Telehealth and teleaudiology services are becoming more feasible (e.g. Govender and Mars, 2017) and should be used in the NWR. There is further need in health financing for more advocacy to focus on the importance of hearing care to be considered as a mainstream health priority in the hospitals. This recognition could lead to more funds for EHC services to address this priority.

There is a need for the creation of an association for persons with hearing impairment so that they can lead advocacy in this domain.

5.5 RESEARCH AND HEALTH INFORMATION

It was observed that information on EHC is not readily available, and it appeared that it is low priority in health, social services, and education systems with no government-led agencies or institutes, other research groups, or researchers conducting research in the field of EHC information in the NWR. We therefore recommend that information on hearing care should be disseminated in various formats and outlets accessible to decision makers in ministries and relevant organizations, to the general population, and to people with disabilities and hearing loss.

Publicly available information on hearing care activities such as screening programs should be available online and in other formats such as brochures, radio spots and on social media. There is need for more research to be carried out in EHC to uncover and understand the situation from an empirical perspective and to provide evidence for improvement in practices.

6 CONCLUSION

This paper set out to present a situational analysis of ear and hearing care services in the Northwest Region of Cameroon. The World Health Organization Ear and Hearing Care Situational Analysis Tool (2015) for data collection and analysis was used to collect data from a cross section of respondents including providers and beneficiaries of services. A thematic analysis of the information collected through interviews and focus group discussions as well as systematic analysis of literature shows that there is acute limitation in stakeholder involvement and participation in EHC, very limited service delivery, no consistent strategy to identify and address components and gaps for EHC. There is no clear strategy, limited accessibility to medical products/ health technology, and no training avenues available for professionals. This information is relevant to policy makers, administrators, those initiating projects related to EHC, and researchers interested in this domain. Based on these findings, the authors recommend that there is an urgent need for the design of a 5 year strategic plan to address the gaps identified, with involvement of all stakeholders including a strong representation from the deaf and hearing-impaired communities.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful for a Planning & Dissemination Grant from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) which allowed us to carry out this study, and to the Cameroon Baptist Convention Health Services for providing logistic support.

We also acknowledge the assistance of Che Manasseh and Emmanuel Anjonga in data collection and analysis and Melissa Marasigan, Kumka Adela, Courtney Bell, and a group of persons with hearing impairment in Bamenda for their reviews and contributions in gathering information used in this report.

DECLARATION OF INTEREST STATEMENT

The authors declare they have no conflict of interest.

REFERENCES

- [1] Agborbechem, P and Orok, A. (2020). An Assessment of Collaboration Competencies as a Correlate for the Career Development of Workers with Hearing Impairment in.
- [2] Division, South West Region of Cameroon. International Journal of Trend in Scientific Research and Development (ijtsrd), ISSN: 2456- 6470, Volume-4 | Issue-3.1180-1188, www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd30871.pdf.
- [3] Bengono, G., Chatap, C., Fouda, O. A., Mounton, A., & Tsangueu, S. J. (1991). La surdit e profonde de l'enfant   Yaoundé. Les Cahiers d'oto-rhino-laryngologie, de chirurgie cervico-faciale et d'audiophonologie, 26 (3), 141-148.
- [4] Bosch, J., Lebeko, K., Nziale, J. J. N., Dandara, C., Makubalo, N., & Wonkam, A. (2014). In search of genetic markers for nonsyndromic deafness in Africa: a study in Cameroonians and Black South Africans with the GJB6 and GJA1 candidate genes. *Omics : A Journal of Integrative Biology*, 18 (7), 481–485. <https://doi.org/10.1089/omi.2013.0166>.
- [5] Chaikoff, R. (2016). Rachel's Field Notes. <http://blog.rachelchaikof.com/i-have-cochlear-implants-because-of-where-i-am-from/>.
- [6] CHRDA and Wallenberg Centre. (June 3 2019). Cameroon's unfolding catastrophe: Evidence of human rights violations and crimes against humanity. Available from <https://www.raoulwallenbergcentre.org/newsfeed/2019/6/4/release-of-landmark-report-on-unfolding-catastrophe-in-cameroon>.
- [7] Cockburn L., Cleaver S., and Benuh E., (2014). The Prevalence of Impairments and Disabilities in the North West Region, Cameroon. *Health Sciences and Disease*. 15 (2).
- [8] Cockburn, L., Hashemi, G., Noumi, C., Ritchie, A., & Skead, K. (2017). Realizing the Educational Rights of Children with Disabilities: An Overview of Inclusive Education in Cameroon. *Journal of Education and Practice*, 8 (6), 1–11.
- [9] Cockburn, L., Mbibeh, L, and Awa, J.C. The GRID Network: A community of practice for disability inclusive development. *Disability, CBR & Inclusive Development*. 30 (2) 84–94. <https://doi.org/10.5463/dcid.v30i2.838>.
- [10] De Beaudrap, P., Beninguisse, Gervais, Pasquier, Estelle, Tchoumkeu, Alice, Touko, Adonis, Essomba, Frida|Brus, Aude, |Aderemi, Toyin Janet, |Hanass-Hancock, Jill, Eide, Arne Henning, Mac-Seing, Muriel, |Mont, Daniel. (2017). Prevalence of HIV infection among people with disabilities: a population-based observational study in Yaoundé, Cameroon (HandiVIH). *Lancet HIV*, The, 4 (4), e161–e168.
- [11] De Beaudrap, P., Pasquier, E., Tchoumkeu, A., Touko, A., Essomba, F., Brus, A., ... Beninguisse, G. (2016). HandiVIH—A population-based survey to understand the vulnerability of people with disabilities to HIV and other sexual and reproductive health problems in Cameroon: protocol and methodological considerations. *BMJ Open*, 6 (2), e008934.
- [12] Ebontane, N. P. (2010). Handicapism: The case of the hearing impaired in inclusive education in Cameroon: implications for planning and policy. *Nigerian Journal of Guidance and Counselling*, 15 (1). <https://doi.org/10.4314/njgc.v15i1.64652>.
- [13] Ferrite, S., MacTaggart, I., Kuper, H., Oye, J., & Polack, S. (2017). Prevalence and causes of hearing impairment in Fundong Health District, North-West Cameroon. *Tropical Medicine & International Health : TM & IH*, 22 (4), 485–492. <https://doi.org/10.1111/tmi.12840>.
- [14] Fokouo, J. V. F., Vokwely, J. E. E., Noubiap, J. J. N., Nouth , B. E., Zafack, J., Minka Ngom, E. S., ... Njock, R. (2015). Effect of HIV Infection and Highly Active Antiretroviral Therapy on Hearing Function: A Prospective Case-Control Study From Cameroon. *JAMA Otolaryngology-- Head & Neck Surgery*, 141 (5), 436–441. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2015.125>.
- [15] Foukou, E. (2019). Leave no one behind; C4D and the Humanitarian Sector's Involvement with the Deaf Community in Sub Saharan Africa. Focus on the Republic of Congo and Senegal. Masters Thesis. Available from <http://muep.mau.se/bitstream/handle/2043/29368/EmanuelFoukou-DP-2019.pdf?sequence=1>.
- [16] International Crisis Group (2017) Cameroon's Worsening Anglophone Crisis Calls for Strong Measures. Available from <https://www.crisisgroup.org/africa/central-africa/cameroon/130-cameroon-worsening-anglophone-crisis-calls-strong-measures>.
- [17] Jivraj, I., Rudnisky, C. J., Tambe, E., Tipple, G., & Tennant, M. T. S. (2014). Identification of ocular and auditory manifestations of congenital rubella syndrome in Mbingo. *International Journal of Telemedicine and Applications*, 2014, 981312. <https://doi.org/10.1155/2014/981312>.
- [18] Kartner, J., Keller, H., Lamm, B., Abels, M., Yovsi, R. D., Chaudhary, N., & Su, Y. (2008). Similarities and differences in contingency experiences of 3-month-olds across sociocultural contexts. *Infant Behavior & Development*, 31 (3), 488–500. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2008.01.001>.
- [19] Kuaban, C., Noeske, J., Rieder, H. L., Ait-Khaled, N., Abena Foe, J. L., & Trebucq, A. (2015). High effectiveness of a 12-month regimen for MDR-TB patients in Cameroon. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease : The Official Journal of the International Union against Tuberculosis and Lung Disease*, 19 (5), 517–524. <https://doi.org/10.5588/ijtld.14.0535>.
- [20] Lebeko, K., Manyisa, N., Chimusa, E. R., Mulder, N., Dandara, C., & Wonkam, A. (2017). A Genomic and Protein-Protein Interaction Analyses of Nonsyndromic Hearing Impairment in Cameroon Using Targeted Genomic Enrichment and Massively Parallel Sequencing. *Omics : A Journal of Integrative Biology*, 21 (2), 90–99. <https://doi.org/10.1089/omi.2016.0171>.

- [21] Lebeko, K., Manyisa, N., Chimusa, E. R., Mulder, N., Dandara, C., & Wonkam, A. (2017). A Genomic and Protein-Protein Interaction Analyses of Nonsyndromic Hearing Impairment in Cameroon Using Targeted Genomic Enrichment and Massively Parallel Sequencing. *Omics : A Journal of Integrative Biology*, 21 (2), 90–99. <https://doi.org/10.1089/omi.2016.0171>.
- [22] MacTaggart, I., Kuper, H., Murthy, G. V. S., Oye, J., & Polack, S. (2016). Measuring Disability in Population Based Surveys: The Interrelationship between Clinical Impairments and Reported Functional Limitations in Cameroon and India. *PloS One*, 11 (10), e0164470. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164470>.
- [23] Mboua, C. P., & Touko, A. (2016). Psychosocial vulnerability and HIV/AIDS epidemiological situation among people with hearing disabilities in four towns in Cameroon. *Medecine et Sante Tropicales*, 26 (4), 391–395. <https://doi.org/10.1684/mst.2016.0633>.
- [24] Nde, C. J., Raymond, A., Saidu, Y., Cheng, N. I., Nzuobontane, D., Atemnkeng, J. T., & Mbacham, W. F. (2019). Reaching Universal Health Coverage by 2035: Is Cameroon on Track? *Universal Journal of Public Health*, 7 (3), 110–117. <https://doi.org/10.13189/ujph.2019.070304>.
- [25] Merriam, S.B., & Tisdell, E.J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation (4th ed)*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- [26] Olusanya, B. O., Neumann, K. J., & Saunders, J. E. (2014). The global burden of disabling hearing impairment: A call to action. *World Health Organization. Bulletin of the World Health Organization*, 92 (5), 367–373.
- [27] Opoku, M. P., Mprah, W. K., Mckenzie, J., Sakah, B. N., & Badu, E. (2016). Lives of persons with disabilities in Cameroon after CRPD: voices of persons with disabilities in the Buea Municipality in Cameroon. *International Journal on Disability and Human Development*, 16 (1). <https://doi.org/10.1515/ijdh-2016-0009>.
- [28] Opoku, M.P., Badu, E., & Moitui, J. N. (2015). Towards an Inclusive Society in Cameroon: Understanding the Perceptions of Students in University of Yaounde II about Persons with Disabilities. *Disability, CBR & Inclusive Development*, 26 (2), 92–103. <https://doi.org/10.5463/dcid.v26i2.420>.
- [29] Oye, J., Mactaggart, I., Polack, S., Schmidt, E., Tamo, V., Okwen, M., & Kuper, H. (2017). Prevalence and Causes of Visual Impairment in Fundong District, North West Cameroon: Results of a Population-Based Survey. *Ophthalmic Epidemiology*, 24 (6), 394–400. <https://doi.org/10.1080/09286586.2017.1313992>.
- [30] The NWR Best Practices in Hearing Impairment and Rehabilitation Group, Che Manasseh, Ofon, Pamela, Kiani, Shirin and Anjonga, Emmanuel. (2013). Best Practice Guidelines for the identification, assessment, and appropriate referrals of children under 12 years of age with hearing impairments in the North West Region of Cameroon. Available from <http://icdr.utoronto.ca/wp-content/uploads/2015/05/Best-Practice-Guideline-for-Assessing-Hearing-Impairment-in-Children-NWR-Cameroon-FINAL-A4.pdf>.
- [31] Touko, A., Mboua, C. P., Tohmuntain, P. M., & Perrot, A. B. (2010a). Sexual vulnerability and HIV seroprevalence among the deaf and hearing impaired in Cameroon. *Journal of the International AIDS Society*, 13, 5. <https://doi.org/10.1186/1758-2652-13-5>.
- [32] Touko, A., Mboua, C. P., Tohmuntain, P., & Perrot, A. (2010b). [Sexual risk factors and HIV seroprevalence among the deaf and hearing-impaired in Yaounde]. *Sante (Montrouge, France)*, 20 (2), 109–115. <https://doi.org/10.1684/san.2010.0186>.
- [33] Trotta, L., Iacona, E., Primignani, P., Castorina, P., Radaelli, C., Del Bo, L., ... Ambrosetti, U. (2011). GJB2 and MTRNR1 contributions in children with hearing impairment from Northern Cameroon. *International Journal of Audiology*, 50 (2), 133–138. <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.537377>.
- [34] WHO World Health Organization. (1999). WHO Protocol for Population based survey of hearing impairment. Retrieved from World Health Organizations website: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67892/WHO_PBD_PDH_99.8_\(1\).pdf;jsessionid=D3ED1D1EE80A178D52A96DCE404F71E?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67892/WHO_PBD_PDH_99.8_(1).pdf;jsessionid=D3ED1D1EE80A178D52A96DCE404F71E?sequence=1).
- [35] WHO. (2015) Ear and hearing care: situation analysis tool. Available from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/206141>.
- [36] Wonkam, A., Bosch, J., Noubiap, J. J. N., Lebeko, K., Makubalo, N., & Dandara, C. (2015). No evidence for clinical utility in investigating the connexin genes GJB2, GJB6 and GJA1 in non-syndromic hearing loss in black Africans. *South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde*, 105 (1), 23–26.
- [37] Wonkam, A., Noubiap, J. J. N., Bosch, J., Dandara, C., & Toure, G. B. (2013). Heterozygous p.Asp50Asn mutation in the GJB2 gene in two Cameroonian patients with keratitis-ichthyosis-deafness (KID) syndrome. *BMC Medical Genetics*, 14, 81. <https://doi.org/10.1186/1471-2350-14-81>.
- [38] Wonkam, A., Noubiap, J. J. N., Djomou, F., Fieggen, K., Njock, R., & Toure, G. B. (2013). Aetiology of childhood hearing loss in Cameroon (sub-Saharan Africa). *European Journal of Medical Genetics*, 56 (1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2012.09.010>.
- [39] World Health Organization (2019). Deafness and hearing loss. Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.
- [40] Zuurmond, M., Mactaggart, I., Kannuri, N., Murthy, G., Oye, J. E., & Polack, S. (2019). Barriers and Facilitators to Accessing Health Services: A Qualitative Study Amongst People with Disabilities in Cameroon and India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (7). <https://doi.org/10.3390/ijerph16071126>.

APPENDICES: SUMMARIES OF INFORMATION COLLECTED

APPENDIX 1 DATA COLLECTION METHODS

The situation analysis tool questionnaire has the following sections that were used to organize information collected in this project.

SECTION 1: GENERAL COUNTRY INFORMATION:

Population distribution and profile.

Sociopolitical profile.

Health status indicators.

Hearing loss prevalence.

Health care strategy.

SECTION 2: ASSESSMENT OF HEALTH SYSTEM CAPACITY

Leadership and governance: information on national committee and existing plans and programmes for ear and hearing care.

Service Delivery: information on provision of direct and integrated ear and hearing care along the continuum of care.

Health workforce: health care providers (direct and indirect) for ear and hearing care, at all levels of the health care system.

Medical products and health technology: information on diagnostic tests, equipment, hearing and other devices and medicines.

Health information and research: mechanism for recording and reporting health related information.

Health financing: seek information on financing of ear and hearing care services and health insurance.

SECTION 3: STAKEHOLDER ANALYSIS:

Potential stakeholders in ear and hearing care and other possible partners.

APPENDIX 2: DEMOGRAPHICS AND EPIDEMIOLOGICAL INFORMATION ABOUT THE NORTH WEST REGION

The North West Region had a population of about 2 million people; this number is changing due to the current crisis and the thousands of people who have left. It has 7 Divisions and 34 Subdivisions. There are seven principal towns, each of them is the divisional headquarter: Bamenda, Fundong, Kumbo, Mbengwi, Ndop, Nkambe and Wum.

The largest city, Bamenda, was estimated to have a population of 800,000.

There are 120 Traditional Rulers in the Region (NW Governor's Office website, 2019). <http://www.northwest-cameroon.com/home-86-inner-0.html>.

Sex distribution in the NWR (%) is not known. For Cameroon as a whole, there are slightly more males than females until the older ages - by 55+ more females than males (CIA Factbook).

Table 1. Most common causes of hearing impairment in NWR

Cause	Prevalence	Impact	Source of Information
Chronic otitis media			
Impacted ear wax			Ferrite et al
Low birthweight			Ferrite et al
Meningitis			
Mumps, measles			
Noise-induced hearing loss			
Ototoxicity			
Perinatal factors			
Presbycusis			
Rubella		Significant relationship between rubella IgG seropositivity and hearing impairment in unvaccinated children	Jivraj et al, 2014
Trauma			

This list is from the WHO 2015 Ear and hearing care: Situation analysis tool.

APPENDIX 3: OVERVIEW OF ORGANIZATIONS PROVIDING EAR AND HEARING CARE IN THE NORTH WEST REGION OF CAMEROON (PUBLIC, NON-GOVERNMENTAL, PRIVATE)

List of known organizations providing services, either by name or at least by category and size; general idea of what services they provide and to how many people

Table 2. Organizations providing Ear and Hearing Care in the NWR of Cameroon as of 2019

Organization	EHC Services Provided
Government	
Regional Delegation of Public Health	Collects information on available services for EHC. Provides some oversight, government control of services
Regional Delegation of Social Affairs	Works generally with persons with disabilities including with hearing impairment to provide psychosocial care.
Hospitals and health care	
Regional Hospital Bamenda	Ear consultation (general) and ENT Unit
Mbingo Baptist Hospital	Specialized ENT Services
Banso Baptist Hospital	Specialized ENT services
Catholic Hospital	
Catholic Hospital	
Community based programs and community based rehabilitation	
SEEPD (Socio Economic Empowerment of Persons with Disabilities) Program	As part of the Community Based Rehabilitation services of the Socio Economic Empowerment of Persons with Disabilities program, includes people with hearing impairments,.
Government operated Education and Schools	
Batibo Council School for the Deaf	Provides primary education for children with hearing impairments
Government Bilingual High School Bamenda	Provides secondary education for students with hearing impairments
Privately operated Education and Schools	
SENTTI	Training primary school teachers to teach children with all disabilities including hearing impairment
CBC Inclusive School and Sign Language Center	Provides primary education for children with hearing impairment, and Training opportunities for community members in Sign Language.
Morning Star School, Akum	Provides primary and secondary education for students with hearing impairment
Baptist Comprehensive High School Nkwen	Provides secondary education for students with hearing impairment
Baptist Comprehensive High School Njinikejem – Belo	Provides secondary education for students with hearing impairment
NDIFOTRONICS closed	Provided secondary education for students with hearing impairment

APPENDIX 4: EHC PERSONNEL AND SERVICES AVAILABLE IN THE NWR AT PRIMARY, SECONDARY, TERTIARY LEVELS

Table 3. EHC Personnel and Services in North West Region as of 2019

Type of EHC Personnel	Primary	Secondary	Tertiary	Other parts of Cameroon	Comments
General physicians training in EHC	No				Student physicians have training in diagnosis and medical management of acute ear infections, and in diagnosis and medical management of chronic ear infections. They do not have training in formal hearing tests or treatments for hearing loss.
ENT physician specialists	0	4	0		1 at the Regional hospital, 1 in Baptist hospitals; 2 in Catholic Hospitals
ENT Nurses		3			3 ENT nurses in Catholic Hospital
Audiologists	0	1	0	0	Mbingo Baptist Hospital
Speech therapists or audio-verbal therapists	0	0	0	0	Perhaps one in Yaoundé
Sign-language interpreters	0 who are formally trained	0	0	unknown	Approx. 12 Sign Language practitioners in the NW region
Obstetricians with training in EHC	Not known	Not known	Not known	Not known	Not possible to obtain this information
Pediatricians with training in EHC	Not known	Not known	Not known	Not known	Not possible to obtain this information
Hearing aid technicians or ear mould technicians	0	4	0	Not known	One non-governmental organization
Nurses and community workers with EHC training	Not known	Not known	Not known	Not known	Community Health workers can raise health awareness, provide medical management of ear infections, and make referrals. They do not provide ear drops or do hearing tests.
EHC Outreach services	Yes, through private organizations	No	No	No national EHC outreach programs taking place in the NWR	Community Sign language programs available through private organizations
Services available	Health awareness Information, education and communication Hearing assessment Treatment of acute otitis media Removal of foreign bodies from ear Removal of ear wax	Health awareness Information, education and communication Hearing assessment Treatment of acute otitis media Removal of foreign bodies from ear Removal of ear wax Ear examination through otoscopy Hearing aid fitting Educational support for children with hearing loss	None	In Yaoundé, Douala, other cities; information not easily available to the public	
Referral or coordination system	No	No – informal only	No – informal only	No – informal only	

التخطيط الاستراتيجي للمواقع السياحية لتحقيق التنمية المحلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. حالة دراسة: مدينة تبسة

The Strategic Planning of tourists' sites to make local development with using GIS. Case study: TEBESSA City

Mohammed Tayeb DJABRI and Ahmed BOUSMAHA

Faculty of Earth Sciences and Architecture, University of Larbi Ben M'hidi, Laboratory of RNAMS, Oum El Bouaghi, Algeria

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Today, tourism is not only a tool of entertainment for people; it has become a critical factor in the development process of various sectors. Many countries, including Algeria, are now building towards a strategic growth in all the concerned sectors such as: economic, political, social and cultural.

In other words, tourism serves as a cultural spread, more than that, it is a mechanism that generates further benefits for the state by attracting tourist and visitors to local and international tourism.

Tebessa, a city that unfortunately is not qualified to compete with major touristic cities in the country and now more than ever, it is required to step up to a touristic state. To get it on board with the travel industry, the city has to engage in more authentic implementation of the strategic plans and targets set on theoretical plans through modern techniques such as "SWOT analysis. Relatively, tourism is a vital economic alternative to deal with the obstacles hindering the productivity and effects of its absence.

It also serves as income budget to support the operations of enhancing the touristic attractions, technologies including the geographical information system (GIS) and creating as many modernised sites as possible.

KEYWORDS: Tourism, Local Development, GIS, SWOT, tourists' sites, TEBESSA.

ملخص: لم تعد اليوم السياحة مجرد نشاط ترفيهي للإنسان، بل أصبحت تلعب دورا مهما في عملية التنمية على مستوى جميع الأصعدة، وهو ما تسعى له جميع مدن الجزائر في شتى المجالات: الاقتصادية، السياسية، الاجتماعية و الثقافية و غيرها. فكونها تعتبر عملية تعتمد طرقا لجذب السياح إلى مختلف معالمها؛ تعتبر أيضا وسيلة لتسويق المنتج التاريخي و الثقافي للمدن لتعمل بذلك على تشجيع السياحة الداخلية. في ظل الانتقال إلى موارد مستحدثة للتنمية. فمدينة تبسة تعتبر من المدن الحدودية الواقعة شمال شرق البلاد ذات الموروث التاريخي العريق حضاريا و معماريا، التي تنافس المدن الكبرى الساحلية أو الداخلية لتحقيق مكانتها الإقليمية أو الجهوية؛ تعد غير قادرة في الوقت الراهن؛ على مواكبة عجلة التنمية في ظل محدودية الموارد التنموية التي تعتمد أساسا على الموارد المنجمية فقط. وعليه فهي مطالبة بالتوجه إلى قطاع يعمل على فرض هيمنتها مقارنة بما تملكه من موارد، و يعتبر قطاع السياحة من أهم نقاط القوة التي تحتويها المدينة لدفع عجلة التنمية، من خلال مداخلها في ظل صعوبة تجسيد المخططات التنموية على أرض الواقع. وعليه فالسياحة تعتبر بديلا اقتصاديا مهما؛ تتجلى أهميته في إزالة المعوقات التي تعترض الفعالية السياحة و إبراز عوامل الجذب السياحي، و توظيف التكنولوجيا وكذا خلق مواقع جديدة تتماشى و أهداف الحفاظ على البيئة قدر المستطاع و هذا ما سنوضحه في هذه الورقة البحثية من خلال مجموعة الأساليب العلمية المستحدثة أهمها التحليل الرباعي لمواطن القوة و الضعف "SWOT" باستخدام برمجيات حاسوبية كبرامج نظم المعلومات الجغرافية.

كلمات دلالية: السياحة، التنمية المحلية، نظم المعلومات الجغرافية، SWOT، المواقع السياحية، تبسة.

1. مقدمة

تسعى جميع مدن العالم إلى توفير الراحة لقاطنيها من خلال التسيير الجيد للمنظومة الحضرية بها بتلبية جميع متطلبات سكانها، لتحقيق مكانتها على المستوى المحلي أو الإقليمي و حتى الوطني، إلا أن التحكم فيها يتطلب مجهودا تخطيطيا و آليات حكيمة للموازنة بين جميع المتغيرات؛ لتحقيق التنمية المرجوة لتطور المدن.

نجد السياحة التي تعتبر آلية فعالة لدفع عجلة التنمية في المدن؛ ضمن أغلب سيناريوهات تطويرها، فقد ركزت الدولة على السياحة من خلال التشجيع على الاستثمار فيها وتطويرها للحد من تنامي مشاكل العجز الاقتصادية والاجتماعية. ومدينة تبسة في الشرق الجزائري لما تملكه من مؤهلات طبيعية، بشرية وتاريخية؛ جعلها تضاهي المدن السياحية وتدرج ضمن المدن الجديدة بالزيارة والاكتشاف، ساعية من خلال مميزاتها الى الجمع بين التنمية والعصرنة، مشجعة على تحقيق تنمية محلية واقليمية، لتدر بفائدتها للحد من المشاكل المتوهجة في المنطقة.

فمدينة تبسة تعمل جاهدة للترحيب بالاستثمار وتطوير السياحة في رحاب ثرواتها العديدة؛ انطلاقا من مبدأ تفعيل العصرنة والتطوير، فضلا عن الحماية البيئية؛ وذلك من خلال تطوير أهم التكنولوجيات الحديثة مثل: تقنية نظم المعلومات الجغرافية "GIS" التي تساهم بشكل كبير في المساعدة على اتخاذ قرارات بناء وفعالة، وفي هاته الورقة البحثية سيتم التعرف على مقومات السياحة في مدينة تبسة فضلا عن معيقاتها وكيفية معالجتها.

الاشكالية

السياحة من اهم المجالات الاقتصادية والاكثر حيوية في كثير من الدول سواء المتقدمة أو النامية ؛ حيث يلعب الفرد فيها دورا كبيرا من خلال وعيه للثقافة السياحية التي تبني أساسا على استقطاب السياح باستمرار، ناهيك عن أهمية اعتماد الموروث التاريخي والثقافي للمدن وامكانياتها وما تحتويه و مواقع سياحية طبيعية كانت أو عمرانية؛ التي تعد اللبنة الاساسية في استقطاب السياح والتحكم في تدفقاتهم.

فمنظرا للمزايا التي يحققها النشاط السياحي وانعكاساته الاقتصادية والاجتماعية على المدن السياحية، سعت العديد من المدن الى النهوض بهذا القطاع على المستوى الاقليمي والمحلي، وجعلت منه إحدى الخيارات الاستراتيجية لدفع عجلة التنمية؛ وكان هذا الخيار ضرورة حتمية لما تحظى به هذه المدن من مؤهلات سياحية. سعت من خلالها الى توفير كافة الامكانيات البشرية والمادية وحتى التقنية والتكنولوجية وذلك من خلال تطوير اهم التقنيات الحديثة لتخطيط سياحي فعال، مثل تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) التي تهدف الى التخطيط الاستراتيجي الفعال وإبراز أهم مقومات المواقع وتأمينها [1].

فمدينة تبسة كونها مدينة تاريخية تزرخ بالمواقع الأثرية ناهيك عن المقومات الطبيعية والثقافية. تسعى جاهدة الى تطوير قطاع السياحة على اراضيها من خلال تفعيل جميع الموارد الطبيعية والعمرانية والبشرية وحتى التقنية والتكنولوجية؛ فعلى ضوء ما تقدم يمكن طرح التساؤل التالي الذي من شأنه أن يفك اللبس حول دور تفعيل التكنولوجيا في تطوير السياحة لتحقيق التنمية:

في ما تتمثل أهمية تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتحقيق التنمية عن طريق تفعيل السياحة في مدينة تبسة .

ومن أجل معالجة الاشكالية سنحاول التطرق الى الاسئلة التالية:

- كيف نصنف المواقع السياحية الى انماط تنموية حسب درجات تطورها؟ وكيف تتوزع مجاليا في مدينة تبسة؟
- كيف يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تخطيط وتسيير المواقع السياحية؟

الفرضيات

- تعمل تقنية نظم المعلومات الجغرافية على التخطيط الامثل للمواقع السياحية وتحديد أهم مقوماتها من خلال ابرازها للسياح في شكل خرائط مكانية محينة تساعد على اكتشاف مواقعها وتسهيل الوصول اليها.
- يمكن تصنيف المواقع السياحية الى عدة انماط مقارنة بموقعها وكثافة السياح المقبلين عليها.

2. مفهوم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ودورها في التنمية السياحية

2.1 نظم المعلومات الجغرافية

تعتبر تقنية نظم المعلومات الجغرافية من اهم التقنيات الحديثة في علم تكنولوجيا المعلومات تتداخل بشدة مع المفاهيم المترتبة باستغلال المجال جغرافيا واقتصاديا واجتماعيا.

فهي وسيلة تعتمد اساسا على استخدام الحواسيب في : تجميع، معالجة، عرض وتحليل البيانات المرتبطة بمواقع جغرافية، لاستنتاج معلومات ذات اهمية كبيرة في اتخاذ قرارات مناسبة، لإيجاد حلول لمشاكل التعامل مع البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة [2] .

يمكن القول أن نظم المعلومات الجغرافية، اداة تقوم على تنظيم المعلومات الجغرافية والوصفية (الخصائص والمميزات) بواسطة الحاسوب، والعمل على ربطها بمواقعها الجغرافية باستخدام مجموعة من قواعد البيانات. لتفسير الظواهر، حساب المؤشرات ووضع الاستراتيجيات المناسبة من خلال التحليلات و عمليات الاستفسار والاستعلام الخاصة بالبيانات المراد معالجتها.

2.2 آليات نظم المعلومات الجغرافية في تخطيط السياحة

تختلف البيانات عن المعلومات، في أن أولاهما تعد بمثابة المادة الخام المكونة من الجداول والاحصاءات والتي لم تتم معالجتها ويطلق عليها اسم البيانات الوصفية (Attributes) وتتميز بأنه ليس لها بعد مكاني وتتمثل في ما يلي:

- أ. بيانات رقمية (كمية) Quantitative : مثل أعداد السياح، الدخل السياحي ..الخ
- ب. بيانات رقمية (كيفية) Qualitative : أسماء الفنادق، جنسيات السياح. الخ.

أما المعلومات فهي النتائج المستخلصة من البيانات بعد معالجتها و تبويبها و تنسيقها و تجميعها، تتميز تقنية (Arc GIS) بقدرتها على ربط البيانات غير المكانية في قاعدة البيانات المكانية، عندها يكون قد تم انتاج قاعدة بيانات جغرافية (The GIS relational Data Base)، تمكننا من طرح العديد من الاسئلة المتعلقة بالظواهر المكانية و خصائصها الوصفية، كعدد زوار الموقع، عدد الفنادق، المطاعم، جنسيات السياح.. الخ.

يمكن هنا ربط هذه المعلومات مع الخريطة، لكي توفر اداة هامة في عملية التخطيط و التسويق السياحي الممنهج [3]. اضافة الى عمليات وأدوات وأساليب التحليل المكاني (Spatial Analysis) المتوفرة في نظم المعلومات الجغرافية والتي من أهمها: القرب (Proximity) وتشمل على عدد من الوظائف الأخرى [4] ومن ذلك الحرم أو النطاق (Buffer)، وبعد النقطة (Point Distance). والمسافة المعيارية (Standard Distance). كما سعت الدراسة كذلك إلى تطبيق نموذج تحديد أو قياس ملائمة الموقع لتحديد مسارات التجوال و تسهيل الوصولية.

3. التخطيط الاستراتيجي والتنمية المحلية

3.1 التخطيط والتخطيط الاستراتيجي

يعرف "كونتز" التخطيط على أنه التقرير لما يجب عمله ومتى يمكن عمله ومن الذي يقوم به؛ بحيث يقوم على تغطية الفجوة بين ما نحن فيه و ما نرغب بالوصول اليه[5].

فهو تغيير قوي وكبير يحرك الامة نحو ذلك النوع من الانظمة الاقتصادية والاجتماعية التي تقررها وتحددها لنفسها [6]. أما التخطيط الاستراتيجي فهو عبارة عن عنصر من عناصر الادارة الاستراتيجية و هو تخطيط بعيد المدى بأخذ في الاعتبار التغيرات الداخلية و الخارجية، و يحدد القطاعات و الشرائح المستهدفة و اسلوب العرض، و هو عملية متجددة يتم تحديثها لدراسة المستجدات الخارجية و الداخلية ويتم وفق عمليات موضحة في الوثيقة التالي:



الوثيقة رقم 1: عملية التخطيط الاستراتيجي. [7] + معالجة الباحثان

و يتم وفق المراحل التالية:



الوثيقة رقم 2: مراحل التخطيط الاستراتيجي المصدر. [8]

3.2 السياحة والتنمية المحلية

حيث تعتبر السياحة في مفهومها العام على انها نشاط يقوم به فرد أو مجموعة أفراد يحدث عنه انتقال من مكان إلى آخر بهدف الترفيه أو التنزه أو الاستكشاف [9] ، وينتج عنه الاطلاع على ثقافات و مميزات المنطقة المراد التوجه إليها.

3.3 التنمية السياحية

تتمثل في رفع قدرات الانتاج السياحي عن طريق الاستثمار السياحي، هادفة الى تطبيق غايات السياسة الوطنية لتهيئة الاقليم والتنمية المستدامة حسب ما جاء في القانون رقم 20-01 المؤرخ في 27 رمضان عام 1422 الموافق لـ 12 ديسمبر 2001 سنة [10] ، مع الحرص على تثمين التراث السياحي الوطني؛ حيث بهدف ايضا الى رفع القدرة التنافسية للمنتوج السياحي في مجال تهيئة و تسير مناطق التوسع و المواقع السياحية [11].

3.3.2 التنمية المحلية

حيث تعتبر اللبنة الأساسية في تحقيق التنمية الوطنية الشاملة، فلطالما استعملت كمصطلح لتأويل اللامركزية و الاستراتيجيات التي تصب في اطار النهوض بالإقليم؛ حيث تعتبر " مجموعة الأساليب الفنية التي تعتمد على المجتمعات المحلية المنظمة بشكل يوجه استثارة القيادة في المجتمع المحلي باعتباره الأداة الرئيسية لإحداث التغير " [12].

3.3.3 علاقة السياحة بالتنمية المحلية

يمكن تلخيص العلاقة بين التنمية المحلية و السياحة في مجموعة مشتركة بينهما و المخطط التالي (الوثيقة رقم 3) يوضح ذلك :



الوثيقة رقم 3: العلاقة بين السياحة والتنمية المحلية

4. تحليل الاستراتيجي (SWOT)

تعد عملية تحليل SWOT الخطوة الأولى أو حجر الزاوية في أي عملية تخطيط استراتيجية تمكن العاملين على أي مشروع من التعرف على مواطن الضعف أو القوة للمشروع داخليا و خارجيا من أجل النجاح في التأثير أو التغيير في البيئة المحيطة به.

كما تعمل على زيادة درجة الوعي الداخلي و الخارجي بنقاط ضعف المشروع و تعد القائمين عليه لمواجهة التهديدات المحيطة به ، فيمكن من التركيز على نقاط القوة للاستفادة أكثر ما يمكن من الفرص المتاحة، و مبدأ عمله متمثل في الجدول رقم 1.

جدول رقم 1: مبدأ عمل واستراتيجيات تحليل SWOT

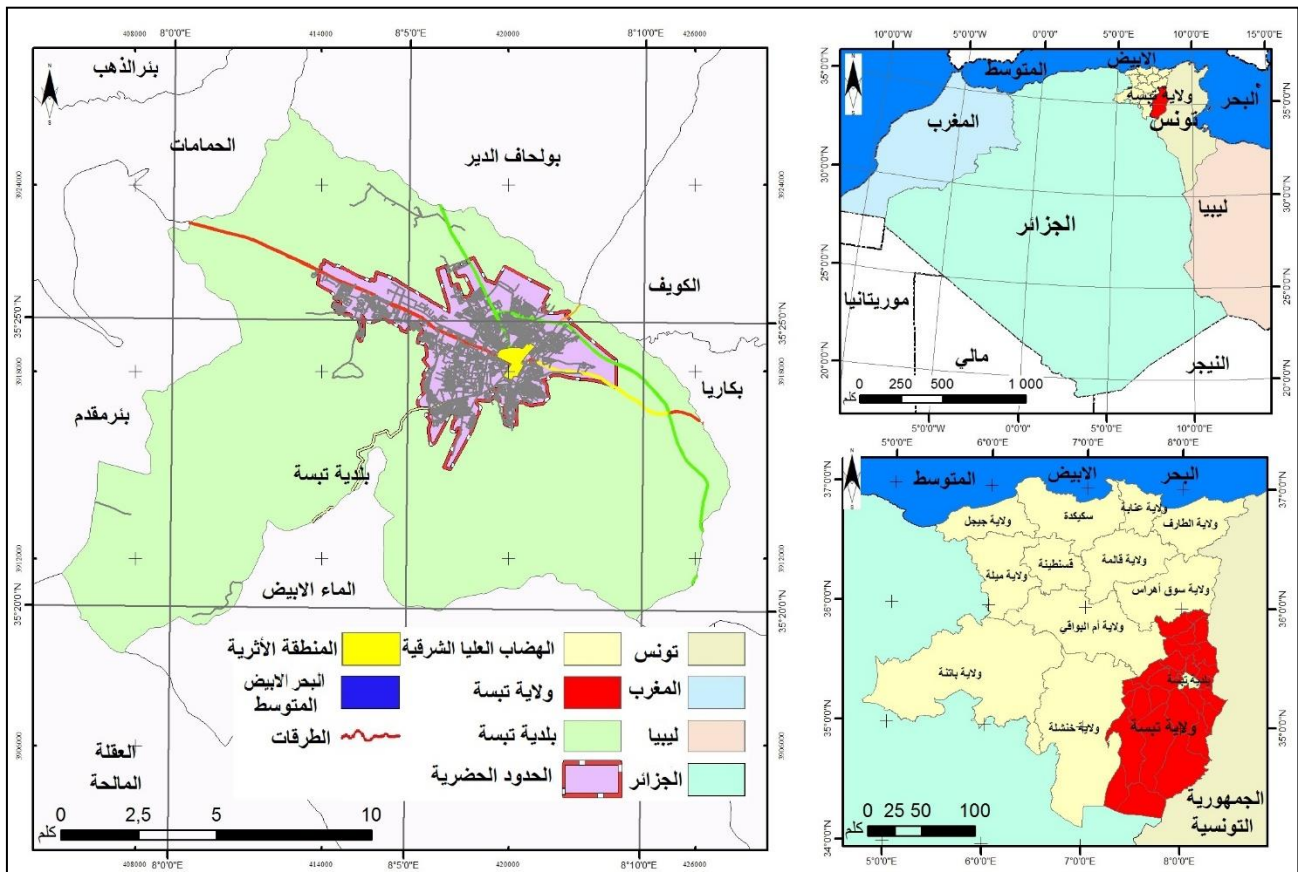
مبدأ عمل واستراتيجيات تحليل SWOT			
عوامل إيجابية		عوامل سلبية	
البيئة الداخلية	نقاط القوة	نقاط الضعف	
البيئة الخارجية	الفرص المتاحة	المخاطر	
استراتيجيات تحليل SWOT			
الفرص	تستخدم الفرص المتاحة لتدعيم نقاط القوة	تستخدم الفرص المتاحة في معالجة نقاط الضعف	
الإستراتيجية	نمو و توسع	تطوير و تحسين	
التحديات	يستخدم النجاح للحد من التهديد	الحد من نقاط الضعف و تجنب التهديدات	
الإستراتيجية	ثبات و استقرار	انكماش	

المصدر: محمد المرسي. (2012). التحليل البيئي، التحليل الرباعي SWOT Analysis. المنصورة: كلية البنات فرع دمياط [13]

5. النتائج والمناقشة

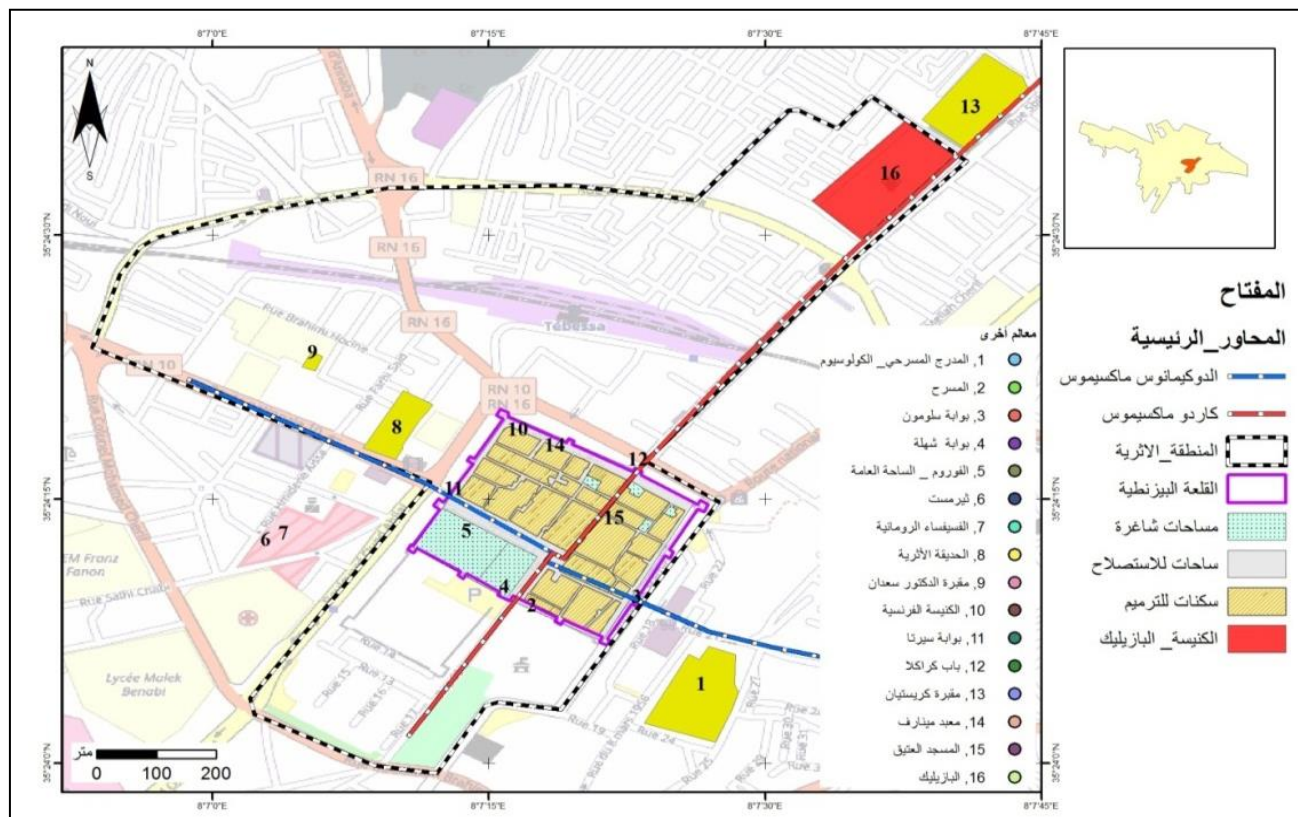
5.1 تحديد مجال وعينة الدراسة " مدينة تبسة "

باعتبار مدينة تبسة من المدن الكبيرة التي فاق عدد سكانها: 238427 نسمة لنصف سنة [14] و باعتبارها بوابة حدودية تربط ولايات الشرق و الوسط بالحدود التونسية؛ وكونها مقرا لولاية جمعت بيت التنوع الطبيعي "الوسط التلي و الصحراوي"؛ مكنها من امتلاك مناظر طبيعية خلابة و متنوعة، اضافة الى كونها تقع ضمن المدن المتوسطة التي تزخر بمخزون ثقافي و تاريخي يعكس أصالة الحضارات التي مرت عليها عبر مختلف العصور والتي تركت بصمتها في شكل مدن و مباني معمارية و عمرانية و مواقع اثرية تركزت في وسط المدينة.



الخريطة رقم 1: الموقع الجغرافي لمجال الدراسة مدينة تبسة.

حيث تميزت بتوزع النشاطات التقليدية و الحرفية بجوارها، ناهيك عن توزع المواقع الأثرية بها و التي بلغت ما يزيد عن 500 معلما تاريخيا [15] أهمها ما هو موضح في الأشكال التالية:



الخريطة رقم 2: توزيع المواقع الأثرية السياحية في مدينة تبسة.

الجدول 2: جدول المواقع والمعالم الأثرية في مدينة تبسة.

التسمية	المرحلة التاريخية	الموقع	نوع التصنيف	الجريدة الرسمية
قوس النصر كراكلا	الرومان	مركز المدينة	وطني	1982/11/30
المسرح الروماني	الرومان	مركز المدينة	وطني	1982/11/30
كنيسة البازيليك	الرومان	مركز المدينة	وطني	1982/11/30
ال سور البيزنطي	الرومان	مركز المدينة	وطني	1982/11/30
معبد ميثاراف	الرومان	مركز المدينة	وطني	1982/11/30
المسجد العتيق	العثمانية	مركز المدينة	غير مصنفة	/
الكنيسة	الفرنسية	مركز المدينة	غير مصنفة	/

المصدر: الديوان الوطني لتسيير واستغلال الممتلكات الثقافية المحمية- تبسة [16]

5.2 واقع السياحة في مدينة تبسة

باعتبار مدينة تبسة من المدن الكبيرة التي فاق عدد سكانها: 238427 نسمة لنصف سنة 2017 [17]، وباعتبارها بوابة حدودية تربط ولايات الشرق والوسط بالحدود التونسية؛ وبكونها مقرا لولاية جمعت بيت التنوع الطبيعي "الوسط التلي والصحراوي"؛ مكنها من امتلاك مناظر طبيعية خلابة ومتنوعة، إضافة الى كونها تقع ضمن المدن المتوسطية التي تزخر بمخزون ثقافي وتاريخي يعكس أصالة الحضارات التي مرت عليها عبر مختلف العصور والتي تركت بصمتها في شكل مدن ومباني معمارية وعمرانية ومواقع أثرية تركزت في وسط المدينة؛ حيث تميزت بتوزيع النشاطات التقليدية والحرفية بجوارها، ناهيك عن توزيع المواقع الأثرية بها والتي بلغت ما يزيد عن 500 معلما تاريخيا [18] أهمها ما هو موضح في الجدول رقم 3.

أما من الناحية الاجتماعية فتعتبر مدينة تبسة شابة لما يقارب فئة الشباب فيها بنسبة 68 %، التي يمكن استغلالها في الحد من المشاكل الملاحظة على مستوى الجانب الاجتماعي والاقتصادي من انتشار البطالة والآفات الاجتماعية وعزوف الشباب نحو الاستثمار في المدينة.

كما تحتوي المدينة على شبكة قاعدية من المرافق السياحية تمثلت في شبكة الفنادق الموزعة على تراب المدينة التي قدرت بـ 18 فندقا و 3 وكالات للسياحة والسفر. [19]. موضحة في الجداول التالية:

الجدول رقم 3: توزيع أهم الفنادق في مدينة تبسة.

دير (4 نجوم): ساحة الاستقلال تبسة	الاصيل :طريق عنابة -تبسة 037485360	الشريف: حي القوافل – تبسة
الجرف (3 نجوم) طريق خنشلة- تبسة	السهوب: طريق بئر العائر- تبسة / 037480122	الأهرام: طريق قسنطينة- تبسة 037493824
الأمير: حي الأمير عبد القادر – تبسة 037493824	الطارق: طريق قسنطينة- تبسة 037494093	ماجستيك: ساحة الثورة – تبسة / الكاهنة: طريق مرسط –
المنار: حي عيساوي عبد الرحمان 037486116	العمران: طريق عنابة- تبسة 03749616	ابن عصمان: حي الحدائق - تبسة 037471964
البهجة: طريق عنابة- تبسة 037471984	فيكتوريا: وسط المدينة – تبسة الرسول: وسط مدينة تبسة	كاراكالا : حي الزيتون- تبسة 037482479

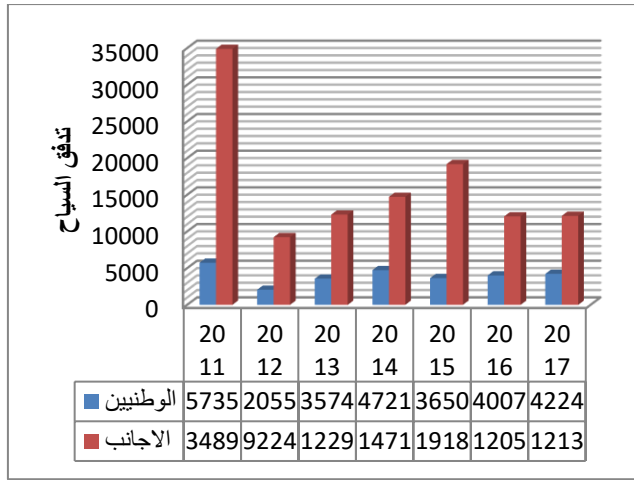
المصدر: الدليل السياحي، تبسة تحفة التاريخ و الطبيعة، مديرية السياحة، ولاية تبسة 24 [20]

الجدول 4 وكالات السياحة و الاسفار

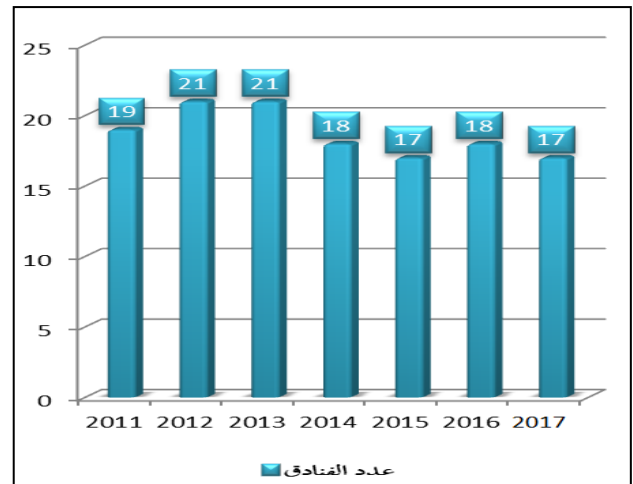
الاسم	الموقع	رقم الهاتف
جرف تور	حي تيفاست- تبسة	037473032
نوميديا للأسفار	حي الهواء الطلق- تبسة	037485764
وكالة ابراهيمي	شاره هوارى بومدين- تبسة	

المصدر: الدليل السياحي، تبسة تحفة التاريخ و الطبيعة، مديرية السياحة، ولاية تبسة، ص 25 [21]

فمن خلال العملية التحليلية للوضع الراهن و من خلال تحليل مواطن القوة و الضعف في المدينة و مختلف الاحصاءات السكانية و الخدماتية نلاحظ قصور في الشبكة الخدماتية (نقص في عدد الفنادق)، كما هو موضح في الجداول و الاشكال التالية:



الوثيقة رقم 5: التدفق السياحي على المؤسسات الفندقية خلال السنوات من 2011 إلى 2017



الوثيقة رقم 4: تطور المرافق السياحية – عدد الفنادق – خلال السنوات من 2011 إلى 2017

كما نلاحظ امكانية جبارة للمدينة في تطوير الجانب السياحي و الاستفادة منه تنمويا عن طريق الاستغلال الأمثل لتلك المواقع و المحافظة عليها و الاستثمار فيها، كما يمكن أن تلعب تقنية نظم المعلومات الجغرافية دورا أساسيا في تحديد توجهات مستقبلية لتبين المواقع الأثرية من خلال الخرائط الموضوعية في الجانب الكارثوغرافي التي بالإمكان استغلالها في لوحات الاعلانات و موقف الحافلات، كما يمكن الاستفادة منه في الجانب التحليلي المكاني لاختبار مواقع القصور في الشبكة الفندقية و تحدد مواقعها مقارنة بالمواقع السياحية، اضافة الى التحليل الشبكي الذي تتميز به تقنية GIS في تحديد مسارات الانتقال من موقع إلى اخر باستغلال شبكة الطرقات المثلى من حيث المسافة و مدة الزمنية.

5.3 تطبيق التحليل الاستراتيجي (SWOT) في مجال الدراسة

فمن خلال ما تم دراسته يمكن استخلاص اهم نقاط قوة و ضعف مدينة تبسة السياحية ممثلة في الجدول التالي لطريقة تحليل (SWOT) الاستراتيجي :

جدول رقم 6: تطبيق تحليل SWOT

عوامل سلبية	عوامل إيجابية	
نقاط الضعف	نقاط القوة	البيئة الداخلية
- عدم الاهتمام بالمواقع الاثرية والسياحية. - عدم الاهتمام بالسياحة وقلة الهيئات الخاصة بها - كبر المساحة وتركز المواقع الاثرية في وسط - عدم وجود خرائط وتوجيهات سياحية.	- الموقع الاستراتيجي الهام (مدينة حدودية) - تنوع مواقع سياحية (أثرية، تاريخية، طبيعية)، و منتج - سياحي غني (الحرف) - تركيب الشبكة الحضرية غني قابل للتنمية	الخصائص
نقاط الضعف	الفرص	البيئة الخارجية
- اهمال مكونات ومواقع سياحية في المدينة على حساب المواقع الاخرى. - عدم قابلية التوازن بين ادارات وهيئات تسيير المواقع - السياحية والاثرية وهيئات تخطيطية. - تدهور الظروف المعيشية على حساب السياح.	- امكانية توزيع وتطوير سياحة اقليميا. - الاستفادة من مواقع الولاية اقتصاديا وتنشيط التجارة ودفع - بعجلة التنمية - تكوين اختصاصيين في مجال سياحي.	الخصائص

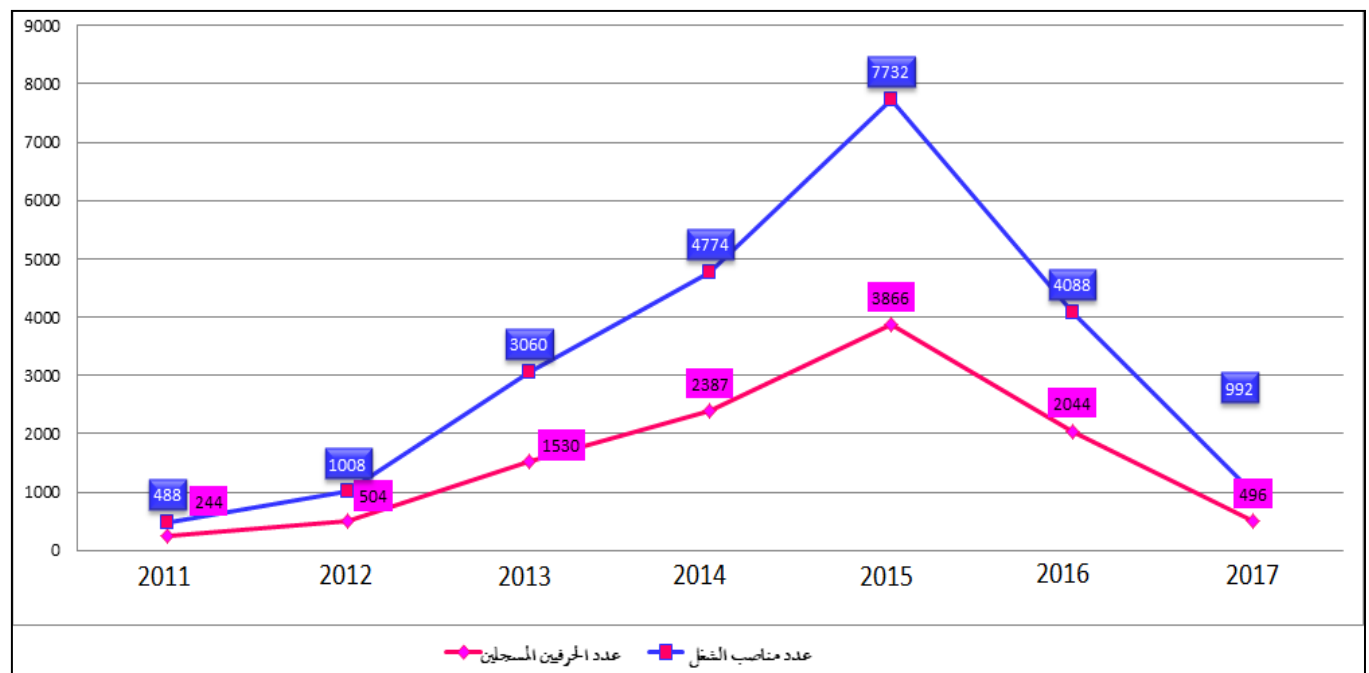
المصدر: الباحثان 2020

كما تملك مدينة ولاية تبسة و المدينة كتجمع حضري مؤهلات طبيعية ومكتسبات ثقافية وارث حضاري يشهد على تعاقب الحضارات (البيزنطية ، الرومانية و حتى البقايا الاسلامية) بها، إضافة إلى موقعها الجغرافي المميز بالتمازج بين التل والصحراء وبما تملكه من مؤهلات سياحية ،معالم تاريخية، ثقافية ودينية ،منابع وحمامات معدنية ،تراث وفنون صناعة تقليدية، تراث لا مادي،.....الخ، تجعل منها قطب سياحي بامتياز والجدول و الاشكال التالية تبين وضعية الصناعات التقليدية و الحرفيين:

الجدول 7: وضعية تسجيل وشطب الحرفيين بولاية تبسة

المجموع	الصناعة التقليدية الحرفية للخدمات	الصناعة التقليدية الحرفية لإنتاج المواد	الصناعة التقليدية	نوع النشاط النظام القانوني
12965	3552	1298	8115	حرفيين فرديين
2841	645	213	1983	المشطوبون
100	27.40	10.01	62.59	النسبة المئوية للحرفيين المسجلين%

المصدر : الباحثان

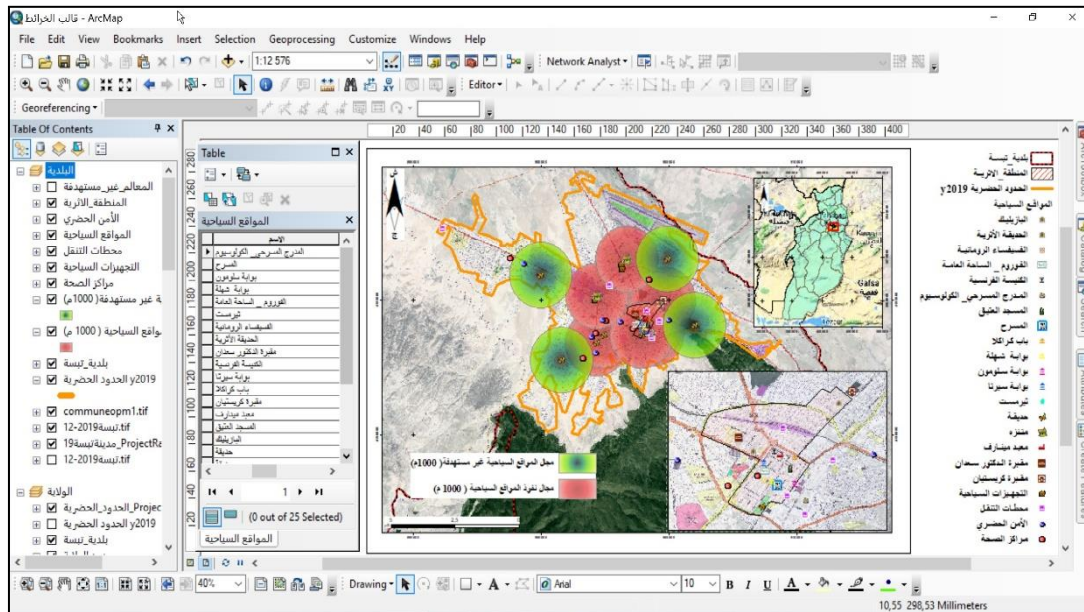


الوثيقة رقم 8: تطور عدد الحرفيين المسجلين و مناصب الشغل في الفترة من سنة 2011 إلى غاية 2017

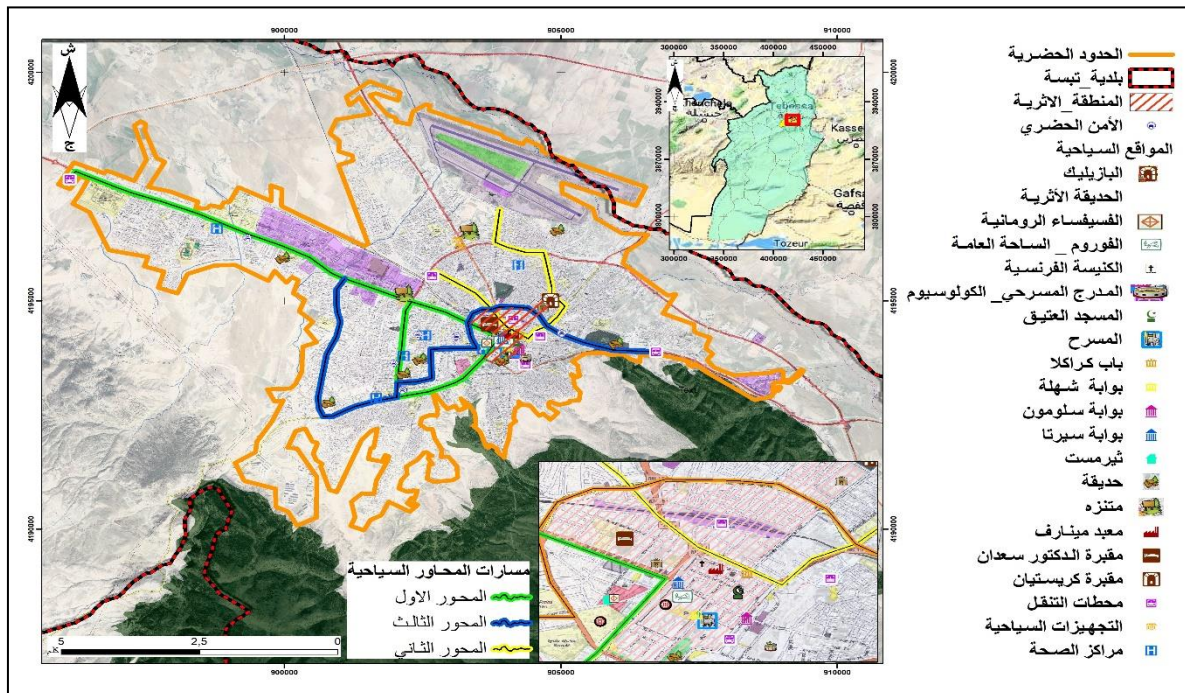
5.4 تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تسيير وتخطيط المواقع الأثرية في مجال الدراسة (مدينة تبسة)

نظرا للعلاقة القوية بين نظم المعلومات الجغرافية والتخطيط السياحي؛ العلاقة التي لا تقل عن التخطيط العمراني؛ أمكننا من خلال البحث الميداني وتحليل لمختلف المعطيات من إنجاز بعض الجوانب التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية في هذا المجال تمثلت فيما يلي:

- ربط المعطيات المكانية والبيانات في اطار نظام واحد بطريقة دقيقة وفعالة من اجل حصر وتطوير المرافق وشبكات الطرق والخدمات الأخرى في المواقع السياحية و توفير المعلومات لصانعي القرارات في شكل خرائط مبنية على معلومات دقيقة وحديثة وهو ما ينعكس على التخطيط السياحي في تشجيع الاستثمارات السياحية. وهو ما يحتاج اليه القطاع السياحي في كافة المواقع السياحية والأثرية.
- تقليص الزمن المستغرق لتحليل المواقع والحصول على النتائج السريعة وتوفير الجهود المبذولة كما هو موضح في الخريطين (3 و4) التاليتين:



الخريطة رقم 3: خريطة مجال نفوذ المواقع السياحية الأثرية وتداولها والمهمشة من طرف السياح



الخريطة رقم 4: المسارات المثلى للمواقع السياحية في مدينة تبسة.

6. خاتمة

من خلال ما تم ذكره تبين أن السياحة صناعة متعددة الأوجه، متداخلة بين العديد من الميادين والأطراف، فعند تضافر الجهود تصبح أداة فعالة لتحقيق التنمية وتطوير المدن؛ إلا أن غياب الوعي والافتقار إلى هياكل في نظام موحد من شأنه أن يعيق حركة التنمية. فمدينة تبسة على غرار مكنتساتها العديدة ومقوماتها المتباينة تمكنها أن تكون قطبا سياحيا عملاقا في مصاف المدن السياحية على اختلاف اصنافها، وكل هذا يتحقق عند العمل على تحسين أوضاع المدينة والاهتمام بالسياحة في ظل المشاكل التي تعانيها من خلال حلول فعالة كاستخدام تكنولوجيا المعلوماتية والتشجيع على الاستثمار في الجانب السياحي واستثمار العامل البشري.

و هو ما يثبت صحة الفرضية الأولى في كون أن لتقنية نظم المعلومات الجغرافية دورا كبيرا في التسيير الفعال و الممنهج للسياحة ؛ حيث تبين أنه من خلال التساؤل الرئيسي لتقنية نظم المعلومات الجغرافية دور فعال في تفعيل السياحة من خلال أنها تستطيع العمل على التخطيط الامثل للمواقع السياحية و تحديد أهم مقوماتها من خلال ابرازها للسياح في شكل خرائط مكانية محينة تساعد على اكتشاف مواقعها و تسهل الوصول اليها.

المراجع

- [1] زهية بركان، وأمينة بركان. (2019). دور العلاقات العامة في تطوير اداء الخدمات السياحية الالكترونية، دراسة ميدانية للدوان الوطني للسياحة. مجلة الاستراتيجية والتنمية، 73-93.
- [2] ابراهيم خليل بظاظو. (2006, 12 03). تخطيط وتطوير المواقع السياحية في الاردن و تسويقها باستخدام نظام المعلومات الجغرافي. السياحة والسفر في الاردن. عمان، كلية الدراسات العليا الجامعة الاردنية، الاردن.
- [3] قاسم دويكات. (2003). نظم المعلومات الجغرافية. عمان : الاردن.
- [4] DAVID W, A. (2010). *GIS tetorial spatial Analysis WorkBook*. California: Esri Press.
- [5] الصبر في محمد. (2012). التخطيط السياحي. الاسكندرية مصر: دار الفكر الجامعي الاسكندرية.
- [6] نبيل رمزي اسكندر. (1992). التنمية كيف؟ ولماذا؟ (التنمية بين المفهوم والليات، قضايا نظرية وبحوث ميدانية). الاسكندرية: دار الفكر الجامعي.
- [7] خالد محمد بني حمدان، و محمد ادريس وائل. (عمان). الاستراتيجية و التخطيط الاستراتيجي. 2009: دار اليازوري للنشر و التوزيع.
- [8] فريد صحن محمد، و سعيد عبد الفتاح محمد . (1996). الادارة العامة. الاسكندرية مصر: الدار الجامعية.
- [9] بلال خلف السكارنة. (2010). التخطيط الاستراتيجي. الاردن: دار الجسر للنشر و التوزيع.
- [10] الجريدة الرسمية، (2001, 12 12). قانون رقم 01-20 قانون تهئية الاقليم و التنمية المستدامة. الجزائر، وزارة الداخلية و تهئية الاقليم، الجزائر: المطبعة الرسمية 7، 9 و 13 شارع عبد القادر بن مبارك – الجزائر
- [11] الجريدة الرسمية، (2003, 02 19). قانون رقم 03-01 قانون التنمية المستدامة للسياحة. الجزائر، وزارة السياحة، الجزائر، المطبعة الرسمية 7، 9 ، 13 شارع عبد القادر بن مبارك الجزائر.
- [12] زكية آكلي، و فريدة كافي . (2017). التنمية المحلية في الجزائر: قراءات النهوض بالمقومات و تجاوز العقبات،. مجلة اقتصاديات المال و الاعمال، 01(01)، 96-114.
- [13] محمد المرسى. (2012). التحليل البيئي، التحليل الرباعي *SWOT Analysis*. المنصورة : كلية البنات فرع دمياط
- [14] مديرية البرمجة و التخطيط. (2017). مونوغرافيا ولاية تبسة 2017. تبسة.
- [15] علي حجلة، و محمد الهادي العروق. (2015). تقييم التراث الحضري لتحقيق التنمية المستدامة بمدينة تبسة. مجلة علوم الانسان و المجتمع(15)، 339-376.
- [16] الديوان الوطني لتسيير و استغلال الممتلكات الثقافية المحمية. (2017). تبسة
- [17] مديرية البرمجة و التخطيط. (2017). مونوغرافيا ولاية تبسة 2017. تبسة.
- [18] علي حجلة، و محمد الهادي العروق. (2015). تقييم التراث الحضري لتحقيق التنمية المستدامة بمدينة تبسة. مجلة علوم الانسان و المجتمع(15)، ص 352
- [19] مديرية السياحة تبسة. (2017). تبسة تحفة التاريخ و الطبيعة. تبسة: الدليل السياحي مديرية السياحة.
- [20] الدليل السياحي، تبسة تحفة التاريخ و الطبيعة، مديرية السياحة، ولاية تبسة. ص 24
- [21] الدليل السياحي، تبسة تحفة التاريخ و الطبيعة، مديرية السياحة، ولاية تبسة. ص 25

Gestion intégrée des ordures ménagères dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: Cas des communes de Port-Bouët et Treichville

[Integrated management of household waste in the District of Abidjan in Côte d'Ivoire: Case of the municipalities of Port-Bouët and Treichville]

Elisée Napari Yeo¹, Sylvain Kouakou Akpo², Clarisse Lydie Amenan Allali-Mangoua², and Romuald Aymard Gobby Amani²

¹Centre de Recherche en Ecologie, Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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 economic development of Abidjan has as a corollary the galloping demography and the growing production of household waste. The objective of this study is to diagnose the functioning of the household waste sector in the district of Abidjan, particularly in the municipalities of Port-Bouët and Treichville after a concession of the sector to new private operators. This study was carried out through direct surveys and field observations. Thus, households produce as waste peelings (67.6% in Port-bouët and 78.5% in Treichville), food debris (7.4% in Port-bouët and 4.1% in Treichville), plastic (13 % in Port-bouët and 9.3% in Treichville), Balayure (4.2% in Port-bouët and 2.2% in Treichville), glassmaking (0.8% in Port-bouët and 0.7% in Treichville), iron / aluminum (3.7% in Port-bouët and 3% in Treichville), paper (3.3% in Port-bouët and 2.2% in Treichville). In addition, it appears that households have different receptacles for collecting household waste for storage. The latter is done without selective sorting of waste. The collection and transport of waste is done on a daily basis by private operators, as well as their treatment, which is nothing other than landfilling at the recovery and technical landfill center (CVET) of Kossihouen. However, the waste does not pass through a sorting center and recovery in this CVET is at an embryonic stage.

KEYWORDS: Integrated management, Household waste, private operators, Abidjan, Port-Bouet, Treicheville, Côte d'Ivoire.

RESUME: Le développement économique d'Abidjan a pour corollaires la démographie galopante et la production croissante de déchets ménagers. Cette étude a pour objectif de faire le diagnostic du fonctionnement de la filière des déchets ménagers dans le district d'Abidjan notamment dans les communes de Port-Bouët et Treichville après une concession de la filière à des nouveaux opérateurs privés. Cette étude a été réalisée à travers des enquêtes directes et des observations de terrain. Ainsi, les ménages produisent comme déchets les épluchures (67,6% à Port-bouët et 78,5% à Treichville), débris alimentaire (7,4% à Port-bouët et 4,1% à Treichville), plastique (13% à Port-bouët et 9,3% à Treichville), Balayure (4,2% à Port-bouët et 2,2% à Treichville), verrerie (0,8% à Port-bouët et 0,7% à Treichville), fer/aluminium (3,7% à Port-bouët et 3% à Treichville), papier (3,3% à Port-bouët et 2,2% à Treichville). Par ailleurs, il en ressort que les ménages disposent de différents réceptacles de récupération des ordures ménagères pour le stockage. Ce dernier se fait sans un tri sélectif des déchets. La collecte et le transport des déchets se font de façon journalière par les opérateurs privés, de même que leur traitement qui n'est autre que l'enfouissement au centre de valorisation et d'enfouissement technique (CVET) de Kossihouen. Cependant, les déchets ne passent pas dans un centre de tri et la valorisation dans ce CVET est à un stade embryonnaire.

MOTS-CLEFS: Gestion intégrée, ordures ménagères, opérateurs privés, Abidjan, Port-Bouet, Treicheville, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les questions touchant à la gestion des déchets urbains et, par extension la planification et la gestion de l'environnement urbain, comptent parmi les plus complexes auxquelles doivent répondre les gestionnaires de l'environnement en raison de leurs effets sur la santé humaine, le développement durable [1]. La situation est particulièrement critique dans les grandes villes où les densités élevées de population dues à l'accélération de l'urbanisation entraînent des concentrations de déchets. Par conséquent, le défi de la gestion des ordures ménagères est devenu une priorité pour les gouvernements partout dans le monde [2]. C'est le cas de la ville d'Abidjan qui a connu, depuis l'indépendance de la Côte d'Ivoire en 1960, un développement extraordinaire caractérisé à la fois par une forte croissance démographique et un développement des infrastructures économiques. Ce développement qui a fait d'Abidjan la métropole économique de l'Afrique de l'Ouest, n'a pas été accompagné d'une planification adéquate. Cette situation a entraîné des problèmes de gestion parmi lesquels figurent des difficultés de maîtrise de la gestion des déchets solides ménagers [3]. Selon une étude réalisée par [4], la production de déchet à Abidjan augmente en moyenne de 9,4% par an. Par conséquent, les pouvoirs publics éprouvent des difficultés à gérer une production de déchets qui s'amplifie chaque année dans une ville qui ne cesse de s'étendre. Port-Bouët et Treichville sont deux communes du District Autonome d'Abidjan qui connaissent cette dynamique urbaine et des difficultés dans la gestion des déchets solides ménagers [5]. Face à toutes ces difficultés, l'Etat de Côte d'Ivoire s'est saisi de la question de la gestion des ordures ménagères avec pour objectif d'optimiser cette gestion jusqu'ici peu adaptée aux mutations de la ville. Ainsi, un nouveau mode de gestion de ses déchets solides ménagers coordonné par l'Agence Nationale de la Gestion des Déchets (ANAGED) a été mis en place. Toutefois, des imperfections sont observées par moment notamment au niveau de la pré-collecte et la collecte. A ce niveau, les déchets ménagers connaissent quelques difficultés dans l'organisation et la structuration à travers les différents quartiers. En effet, on note une absence de tri au niveau des ménages et une inexistence des centres de tri des ordures ménagères (OM) au niveau des communes.

Aux vues des services que confèrent une bonne gestion des déchets, il convient de préserver celle-ci face à la dynamique exponentielle de l'expansion de la ville d'Abidjan.

C'est dans cette veine que s'inscrit l'intérêt de cette étude qui vise à faire un diagnostic du fonctionnement de la filière de gestion des déchets ménagers dans les communes de Treichville et Port-bouët.

De façon spécifique, il s'agit (i) de déterminer la composition des ordures ménagères, (ii) de présenter le mode de gestion des ordures ménagères par les ménages et les prestataires agréés dans les communes étudiées, (iii) de montrer les défaillances en vue de faire des propositions.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'agglomération d'Abidjan est située au Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) sur le Golfe de Guinée. Elle est comprise entre la latitude 5°00' et 5°30' Nord et la longitude 3°50' et 4°10' Ouest [6]. C'est en 1980, en faveur de la loi n° 80-1180 du 17 Octobre 1980 portant division de la ville d'Abidjan que les deux communes (Port-bouët et Treichville) ont été créées. Port-bouët et Treichville sont situées respectivement dans la partie Sud du District d'Abidjan (Figure 1). La commune de Port-Bouët est une presqu'île se trouvant entre l'océan Atlantique et la lagune Ébrié et qui s'étend le long du littoral maritime sur près de 30 km d'Est en Ouest pour une superficie de 111 km², représentant environ 12,3 % de l'agglomération d'Abidjan [6]. La commune de Treichville quant à elle est située au Sud de la ville et s'étend sur une superficie de 900 hectares. Elle est limitée à l'est par les communes de Marcory et de Koumassi, au Nord par celles du Plateau et de Cocody, au Sud par la commune de Port-Bouët et à l'ouest par la lagune Ébrié [7].

La commune de Port-Bouët a une population de 419 033 habitants soit 8,9 % de la population d'Abidjan [8]. Les principales activités économiques de la population sont le commerce, l'élevage, la pêche, l'agriculture, etc. Port-bouët dispose aussi d'une importante zone portuaire et industrielle et abrite l'abattoir et l'aéroport International Félix Houphouët BOIGNY (FHB) [9]. Relativement à la commune de Treichville, selon le Recensement général de la population et de l'habitat de 2014, la population de la commune de Treichville était estimée à 102 580 habitants [8]. Les principales activités économiques de la population sont le commerce, le transport, etc. Treichville dispose aussi d'une zone portuaire, industrielle et d'un centre culturel [10].

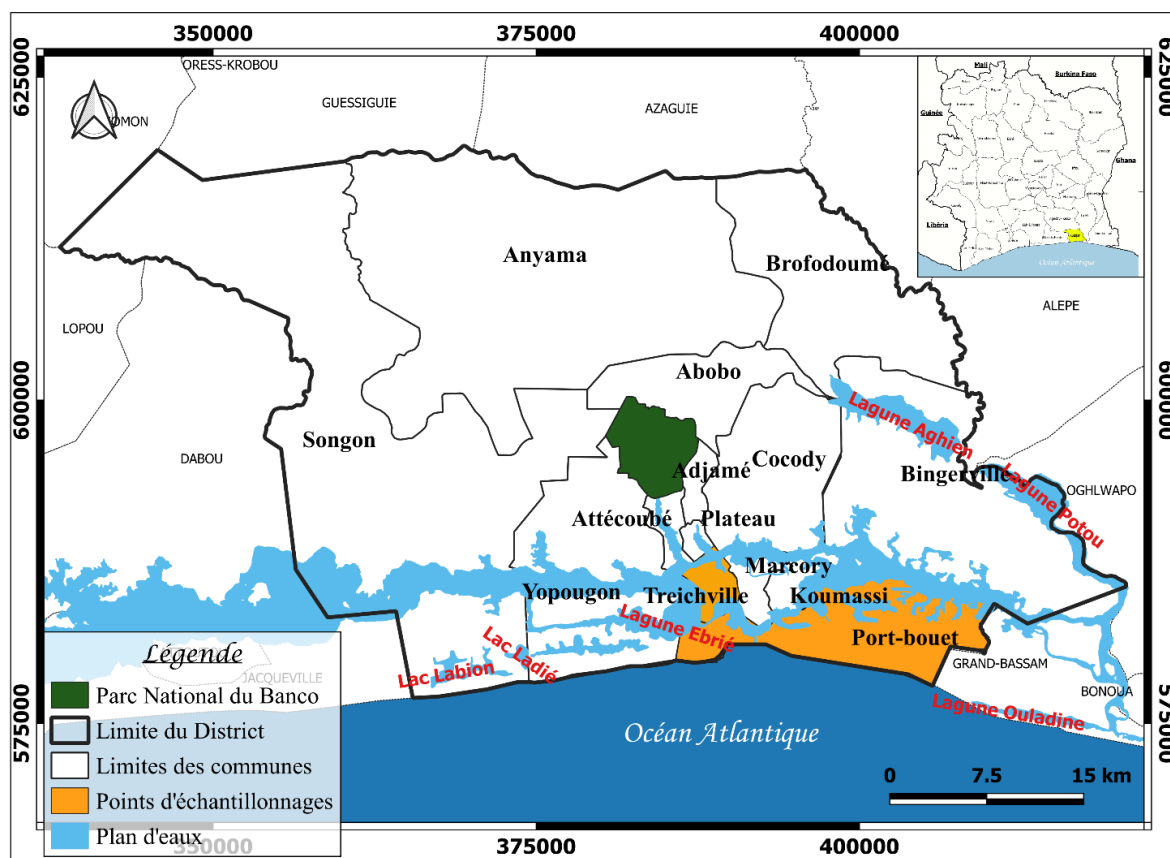


Fig. 1. Localisation des zones d'études: Port-bouët; Treichville

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATERIEL

La présente étude a eu lieu dans les communes de Port-Bouët et Treichville du 1er Août au 4 Octobre 2019. Pour mener à bien cette étude, une collecte de données a été réalisée et a nécessité l'utilisation du matériel suivant:

Une fiche d'enquête adressée aux populations et aux structures de gestions des déchets; un appareil photo numérique pour illustrer des observations de terrain (prises de vue); balance à main 10 KG LINUX.

3.2 METHODES

3.2.1 COLLECTE DES DONNEES

La collecte des données a été effectuée pendant les mois d'août et de septembre 2019. Elle a consisté en deux (2) activités conjointes, à savoir, une observation de terrain et une conduite d'enquête directe auprès des ménages et des structures en charge de la gestion des déchets des communes de Port-Bouët et Treichville. Les statistiques annuelles de la collecte des déchets consignés dans le rapport 2018 de l'ANAGED [11] ont été consultées.

3.2.2 OBSERVATION DE TERRAIN

Cette technique a permis d'avoir un aperçu global sur le mode de gestion des déchets dans les communes de Port-Bouët et Treichville. Elle a consisté à visiter des quartiers des différentes communes et les opérateurs privés en charge des ordures ménagères dans le district d'Abidjan. Cette activité a permis de déterminer la composition des ordures ménagères, de présenter leur mode gestion par les ménages et les prestataires agréés dans les communes étudiées. Les défaillances constatées dans la gestion des ordures ménagères ont été mises en exergue afin de faire des propositions. Au cours de la visite des sites, des prises de vues ont été effectuées afin d'illustrer les observations faites.

3.2.3 ENQUETE

L'enquête a consisté à renseigner des fiches élaborées à cet effet, par entretien et questionnaire auprès des différents acteurs intervenants dans le système de gestion des déchets, ainsi qu'aux populations des deux communes concernées. Elle a permis de recueillir les informations relatives à la nature des déchets, aux types de déchets, à la quantité de déchets, au fonctionnement du système de gestion de déchets, au mode de gestion de ces déchets et à l'état de connaissance et de satisfaction des populations sur le mécanisme de gestion des déchets.

Relativement à l'échantillonnage, la taille de l'échantillon de la population enquêtée a été constituée selon la méthode d'échantillonnage aléatoire simple [12]. Ainsi, un entretien a eu lieu avec l'ANAGED et 200 ménages ont été interviewés dont 100 à Port-bouët et 100 à Treichville.

3.2.4 QUANTIFICATION DES DECHETS

Elle a consisté à disposer des sacs poubelles dans des ménages qui ont été récupérés au bout de 24 heures. Ensuite, ces dits sacs poubelles remplis de déchets ménagers produits en une journée ont été pesés à l'aide d'une balance à main (Figure 2A). Dans le cadre de cette étude, sept (07) types de pesées ont été réalisées en se basant sur la composition de déchet (Figure 2B). Ainsi, les épiluchures, les débris alimentaires, les plastiques, les balayures, les verreries, les fer/aluminium et les papiers ont été pesés séparément.



Fig. 2. Balance à main (10 kg) (A); pesées de déchets (B)

3.2.5 TRAITEMENT DES DONNEES

Les données collectées à partir du questionnaire ont d'abord été codifiées. Ensuite, les informations recueillies ont été regroupées par catégories. Les fréquences relatives de chaque variable ont été calculées par rapport au nombre de ménages enquêtés selon la formule (1):

$$F = X/Y \times 100 \quad (1)$$

F: Fréquence (%);

X: Effectif de la modalité considérée;

Y: Effectif total des enquêtés.

4 RESULTATS

4.1 CARACTERISTIQUES DES ORDURES MENAGERES

La figure 3 montre les types de déchets produits dans les ménages et leur fréquence de détection. On remarque que la majorité des OM sont composés: d'épiluchures (67,6 % à Port-bouët et 78,5 % à Treichville), débris alimentaire (7,4% à Port-

bouët et 4,1% à Treichville), plastique (13 % à Port-bouët et 9,3 % à Treichville), balayure (4,2 % à Port-bouët et 2,2 % à Treichville), verrerie (0,8 % à Port-bouët et 0,7 % à Treichville), fer/aluminium (3,7 % à Port-bouët et 3% à Treichville), papier (3,3 % à Port-bouët et 2,2 % à Treichville).

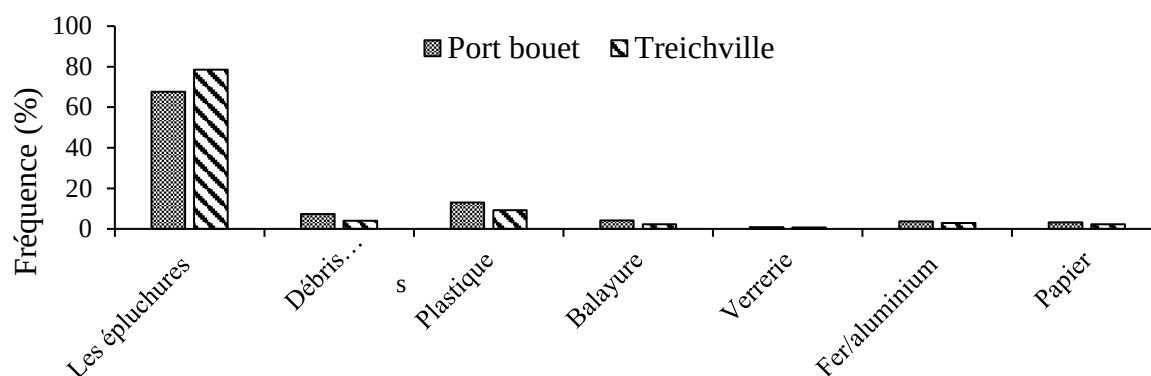


Fig. 3. Type de déchets générés

4.2 MODE DE GESTION DES ORDURES MENAGERES DES COMMUNES ETUDIEES

4.2.1 LIEU DE STOCKAGE DES ORDURES DANS LES MENAGES

La figure 4 présente les lieux de stockage des déchets dans les ménages de Port-bouët et Treichville. Il ressort que les ménages après avoir conditionné les déchets ménagers, les disposent soit dans la cour (30 % à Port-bouët et 41 % à Treichville), soit à l'extérieur de la concession (42 % à Port-bouët et 36 % à Treichville). Par ailleurs certains enquêtés stockent leur déchet à l'intérieur de la maison (28 % à Port-bouët et 23 % à Treichville).

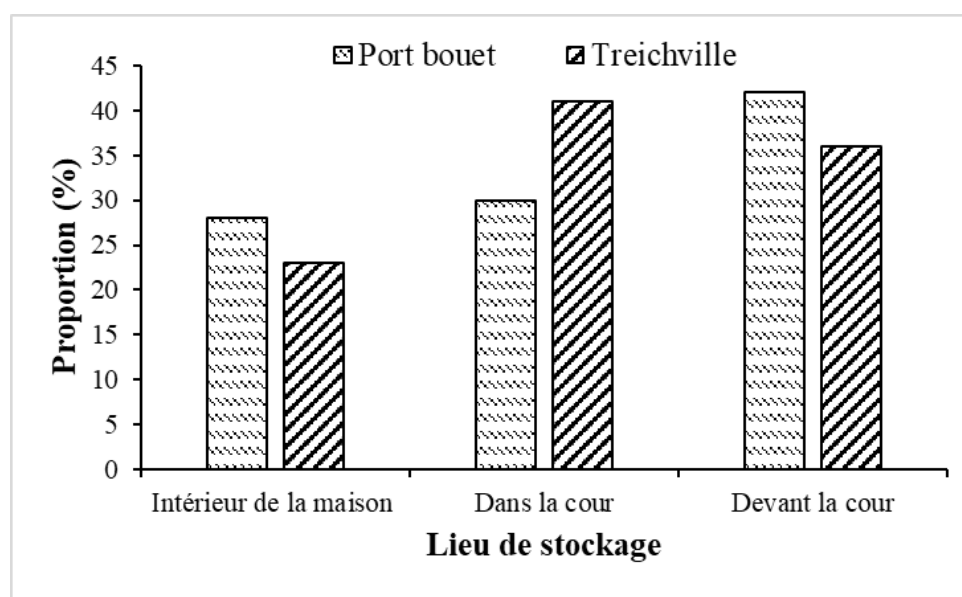


Fig. 4. Lieu de stockage des OM

4.2.2 MODE D'EVACUATION DES ORDURES MENAGERES

La figure 5 présente le mode d'évacuation des déchets ménagers dans les communes de Port-bouët et Treichville. L'apport volontaire des déchets vers les dépotoirs officiels (bac à ordures) est pratiqué par 43 % dans la commune de Port-bouët et 51 % dans la commune de Treichville. Eco eburnie ne pré-collecte que 32 % des déchets ménagers dans la commune de Port-bouët et 29 % dans la commune de Treichville. Quant aux entreprises informelles qui ne pré-collectent que 20 % dans la commune de Port-bouët et 16 % dans la commune de Treichville, acheminent les déchets vers les dépotoirs officiels ou sauvages.

L'ensemble des traitements inappropriés (le rejet dans les dépotoirs sauvages et les caniveaux) représente 5 % pour la commune de Port bouet et 4 % pour la commune de Treichville.

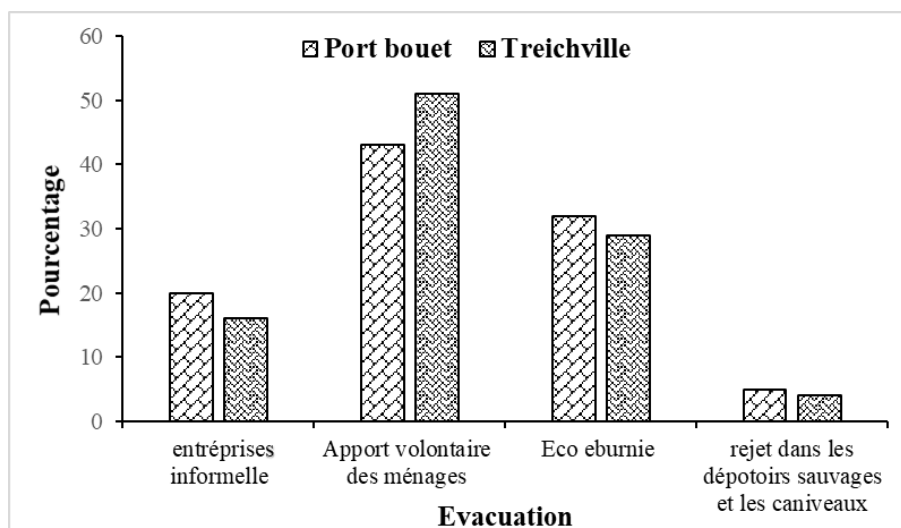


Fig. 5. Mode d'évacuation des ordures ménagères

4.2.3 FREQUENCE DE COLLECTE DES ORDURES DANS LES MENAGES PAR LES OPERATEURS PRIVES

La figure 6 présente la fréquence de collecte des ordures ménagères par l'opérateur d'Eco eburnie dans les ménages enquêtés des deux communes. On constate que la majeure partie du ramassage des ordures est effectuée 1 à 2 fois/jour soit 86 % à Port-bouët et 93 % à Treichville. Aussi la minorité des ménages affirment que la fréquence de collecte est de 1 à 2 fois/semaine soit 10 % à Port-bouët et 5 % à Treichville et une fréquence de 1 à 2 fois/mois soit 4 % à Port-bouët et 2 % à Treichville.

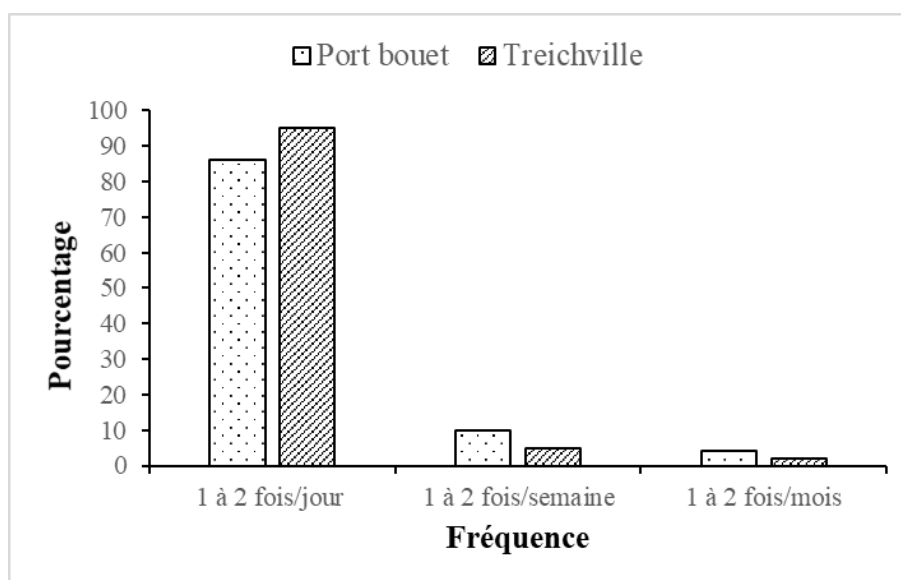


Fig. 6. Fréquence de collecte dans les ménages par les opérateurs

4.2.4 QUANTITE D'ORDURES MENAGERES COLLECTEES PAR L'OPERATEUR PRIVE DANS LES DEUX COMMUNES ETUDIEES

La figure 7 montre le poids brut moyen des OM collectées par mois en 2018 et en 2019 dans la commune de Port-bouët, et de Treichville. La commune de Port-bouët enregistre un taux de croissance de 25,75 % et celle de Treichville, avec un taux de croissance de -24,4 %.

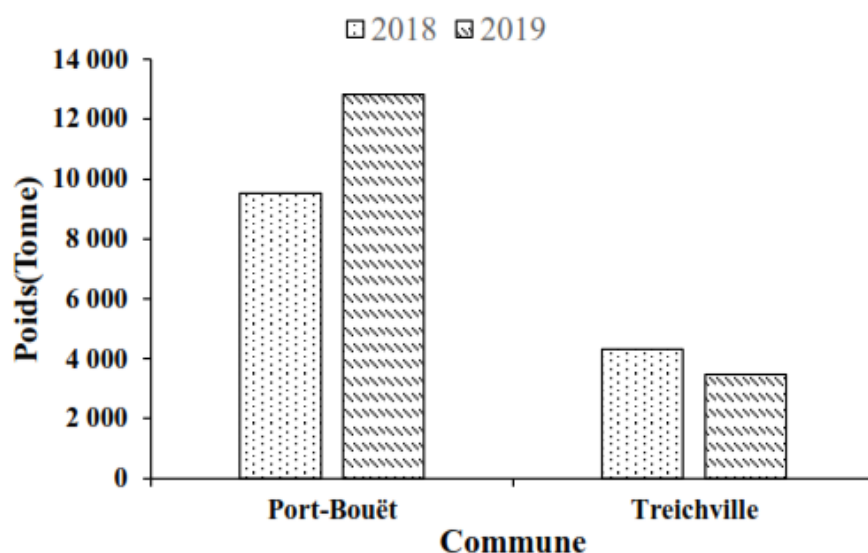


Fig. 7. Quantité brute d'OM collecté dans les deux communes en 2018 et 2019

4.2.5 MODE DE GESTION DES ORDURES MENAGERES ET LEUR TRAITEMENT PAR LES NOUVEAUX PRESTATAIRES AGREES

La gestion des ordures ménagères du district d'Abidjan est effectuée par deux opérateurs privés que sont ECO EBURNIE et ECOTI.SA. Toutefois dans les communes de Port-bouët et Treichville, cette gestion est assurée par l'opérateur ECO EBURNIE car les deux communes sont dans les zones que doit couvrir cet opérateur. Ce dernier est chargé de la pré-collecte, de la collecte et du transfert des OM vers le Centre de Valorisation et Enfouissement Technique (CVET) de Kossihouen (Figure 8)

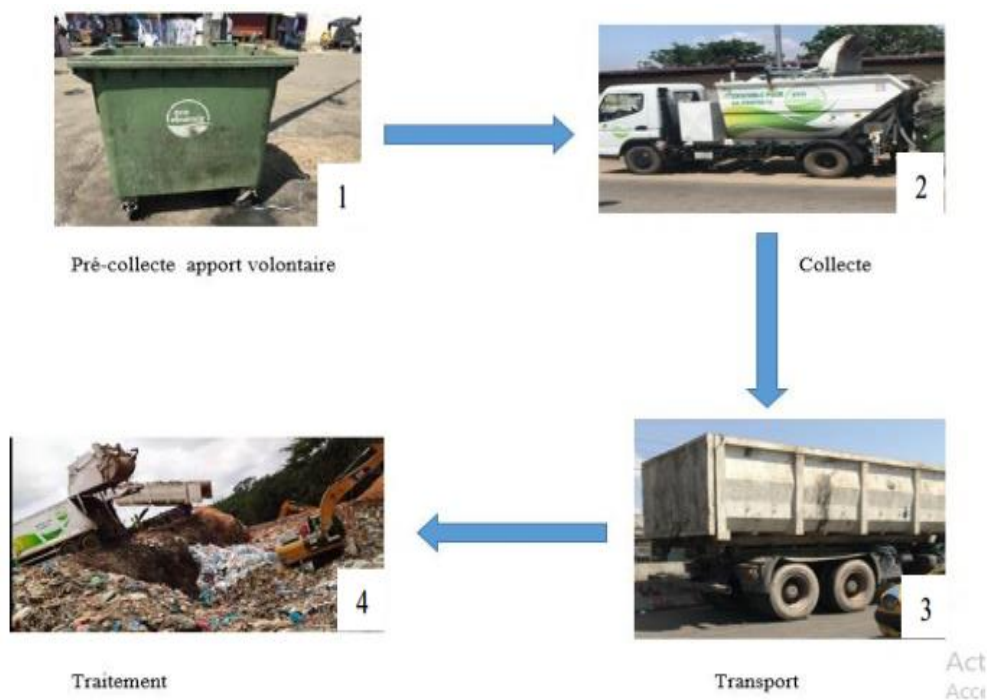


Fig. 8. Schéma de la gestion des OM par Eco eburnie dans la zone d'étude

Le traitement des ordures ménagères de la ville d'Abidjan se fait au Centre de Valorisation et Enfouissement Technique (CVET) de Kossihouen en banlieue abidjanaise. C'est un Centre de Valorisation et d'Enfouissement Technique (CET) de Classe II. Il est géré par l'opérateur CLEAN EBURNIE. De façon pratique, dès l'arrivée des camions tasseurs chargés de déchets au CVET, ils procèdent par un pesage aux ponts bascules sous la supervision des Agents de l'Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANAGED) et du Bureau National Etude Technique et de Développement (BNETD). Un système informatique permet un

traitement rapide des données enregistrées. Après la pesée, les camions se dirigent vers le casier destiné à recevoir les déchets. Les camions sont pesés à vide, avant de sortir du centre. Les déchets seront déversés par la suite dans des casiers pour être enfouis. Par ailleurs, le centre de tri et de valorisation des déchets du CVET de Kossihouen n'est pas encore fonctionnel car le fonctionnement global du CVET est actuellement à un stade embryonnaire. Par conséquent toutes les composantes ne sont pas encore installées (Figure 9).



Fig. 9. *Aperçu d'un casier du Centre de valorisation et d'enfouissement technique de Kossihouen*

5 DISCUSSION

La présente étude a permis de déterminer la composition des ordures ménagères, de présenter leur mode de gestion par les ménages et les prestataires agréés dans les communes étudiées, de montrer les défaillances et faire des propositions. Il ressort de l'enquête effectuée que les ménages produisent déchets composés d'épluchures, de débris alimentaires, du plastique, des Balayures, de la verrerie, du fer/aluminium et des papiers. Mais les épluchures de l'ordre 67,6% à Port-bouët et 78,5% à Treichville. Cette prédominance de cette catégorie de déchets dans les deux communes investiguées pourrait s'expliquer par le régime alimentaire de ces ménages qui est essentiellement basé sur la consommation de tubercules (igname et manioc) et de banane plantain. En effet, les habitudes alimentaires des populations ivoiriennes sont en majorité constituées de tubercules d'igname et de manioc, puis de la banane plantain [11] qui nécessite d'être épluchée avant sa consommation. Ces proportions sont supérieures à celles de [12] pour les moyens et bas standing.

La plupart des ménages stockent les poubelles devant la concession (42% à Port-bouët et 36% à Treichville). Cette situation pourrait se justifier par un souci de préserver l'hygiène des concessions. La référence [13] a montré dans ses travaux que les ménages déposent les poubelles devant la cour afin d'éviter la prolifération des bestioles et insectes dans leur environnement car ceux-ci sont des vecteurs de maladies. Par ailleurs, les ménages évacuent les ordures ménagères (OM) par apport volontaire (43%), parce qu'ils ont un accès facile aux bacs de stockages mis à leur disposition par les opérateurs en charge de la collecte des OM. Cette idée est contradictoire à l'étude menée par [14] qui affirme que, l'évacuation se fait porte à porte à l'aide des charrettes à traction humaine parce que les populations n'ont pas un accès facile aux réceptacles publics.

En général, la collecte par l'opérateur Eco eburnie est effectuée 1 à 2 fois/jour (86%). Cette fréquence élevée de la collecte des OM s'explique par un accès facile aux bacs de stockage desdits déchets. En effet, cet opérateur dispose d'engins de divers gabarits qui leur permettent d'avoir un accès facile aux bacs de stockages. Par ailleurs, 65% des ménages enquêtés sont satisfaits des services rendus par l'opérateur grâce à cette forte fréquence d'enlèvement des OM qui leur garantit une meilleure gestion de ces déchets au sein des ménages.

La quantité moyenne de déchets collectés par les opérateurs en 2018 enregistre un taux d'efficacité croissant de 25,75% dans la commune de Port-bouët, car l'opérateur a acquis plusieurs engins de différents gabarits qui leur permettent d'entrer dans les quartiers dont l'accès est difficile afin d'optimiser la collecte des OM. L'opérateur était à sa première année d'exercice avec une motivation inouïe des travailleurs à relever de nouveaux challenges. En revanche, à Treichville ce taux est décroissant (-24,4%), cela est dû au manque d'investissement des opérateurs et à la démotivation du personnel de terrain en 2019 par rapport à 2018. Faisant le même constat, [15], [16], [17] avaient noté que malgré l'existence d'un système tracteur-remorque où les membres de l'équipage de la camionnette déchargent les déchets des bacs et des contenants ménagers dans les remorques, ces services de collecte des déchets solides sont irréguliers et médiocres.

Au niveau du traitement, la valorisation étant à un stade embryonnaire et les déchets sont directement enfouis, parce qu'il n'y a pas assez de moyens pour le tri à la base et la notion de gestion des déchets généralement inconnue par les ménages. Ce

constat a été fait également par [18] au Burkina Faso. En effet, les déchets solides acheminés au CTVD (ex CET) sont pour l'essentiel enfouis. Selon la référence [19], les déchets générés dans le district d'Abidjan, avec une composition moyenne de 40 % de matières biodégradables pourraient être valorisées par la production de compost et de biogaz.

6 CONCLUSION

Au terme de cette étude, l'on retient que les déchets solides ménagers produits par les ménages sont en grande partie constitués d'épluchures et la variation des déchets dépend du type d'habitat. Les différents moyens de stockage des OM sont: les vieux récipients, les sacs/sachets et les fûts. La collecte et le transport des déchets se font de façon journalière. Les traitements que subissent les OM après collecte est l'enfouissement qui se fait dans le CVET de Kossihouen. L'inexistence d'un tri sélectif à la source lors du stockage des déchets et la présence de moyens de stockage dérisoire montrent que seule une minorité des ménages font des tris. Toutefois, il serait nécessaire de sensibiliser les populations sur la nécessité d'effectuer des tris sélectifs des OM à la source et de préconiser la valorisation organique des déchets car majoritairement composés de matières organiques. La gestion des déchets ménagers solides reste un défi majeur pour nos autorités.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Directrice Général de l'ANAGED et ses collaborateurs, en particulier le Sous-Directeur de la Direction des Opérations et des Programmes (DOP) pour toute leur disponibilité en vue de l'aboutissement du présent travail.

REFERENCES

- [1] Diabagaté S., 2008. Assainissement et gestion des ordures ménagères à Abobo (v2): cas d'Abobo-Baoulé. Diplôme de maîtrise de Géographie option Gestion de l'Environnement, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 83p.
- [2] F. O. Kofoworola, "Recovery and recycling practices in municipal solid waste management in Lagos, Nigeria", Waste management, volume 27, no. 9, pp. 1139-1143, 2007.
- [3] N'guettia K. I., 2010. Gestion des ordures ménagères d'Abidjan: Diagnostic, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de Master Spécialisé Génie Sanitaire et Environnement, 2ie, Ouagadougou, Burkina Faso, 52p.
- [4] Gevalor., 2015. Plan de travail pour une meilleure prise en compte des polluants climatiques à courte durée de vie dans la gestion des déchets solides ménagers à Abidjan, rapport d'activité, ONG, 36p.
- [5] Ehousso K. M., 2004. Contribution à l'étude de la contamination des produits maraîchers par les résidus de pesticides: cas de la ville d'Abidjan. Diplôme d'Etudes Approfondies. Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 54p.
- [6] UVICOCI, 2019. Port-bouët. uvicoci.ci/accueil/communedetail/250, (consulté le 23 Août 2019).
- [7] ONU-Habitat., 2012b. Côte d'Ivoire: profil urbain de Treichville, publication, Nairobi, Kenya, 29p.
- [8] INS., 2015. Répertoire des localités District Autonome d'ABIDJAN, rapport d'activité, 13p.
- [9] ONU-Habitat., 2012a. Côte d'Ivoire: profil urbain de port-bouët, publication, Nairobi, Kenya, 30p.
- [10] STATISTIQUE CANADA, 2013. Échantillonnage probabiliste. www.statcan.bc.ca, (consulté le 23 Aout 2019).
- [11] F. Akindès, "Abidjan: restauration populaire et sécurité alimentaire", Cahier des Sciences Humaines, volume 27, no. I-21, pp. 169-179, 1991.
- [12] TERRABO INGENIEUR-CONSEIL, 2010. Etude de caractérisation des déchets urbains du District d'Abidjan. 107 p.
- [13] KOFFI K. J. M., 2014. Dynamique urbaine et stratégie de gestion durable des déchets ménagers dans le District Autonome d'Abidjan (Côte d'Ivoire): cas des communes de Cocody et de Marcory. Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option: eau et assainissement, 2ie, Ouagadougou, Burkina Faso, 43p.
- [14] Dusabe M. S., 2014. Etude de faisabilité technique et financière de la valorisation des déchets ménagers organiques, papiers et cartons pour la fabrication des briquettes combustibles à bujumbura, burundi. Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2ie, Ouagadougou, Burkina Faso, 53p.
- [15] T. Tadesse, "Environmental concern and its implication to household waste separation and disposal: Evidence from Mekelle, Ethiopia", Resources, Conservation and Recycling, volume 53, n.o 4, pp. 183-191, 2009.
- [16] T. Tadesse, A. Ruijs, F. Hagos, "Household waste disposal in Mekelle city, Northern Ethiopia", Waste Management, volume 28, n.o 10, pp. 2003-2012, 2008.
- [17] A.L.Guerrero, G. Maas, W. Hogland, "Solid waste management challenges for cities in developing countries", Waste management, volume 33, n.o 1, pp. 220-232, 2013.
- [18] Aka N., 2016. Etude sur la durabilité des filières de valorisation des déchets solides urbains en Afrique sub-saharienne, cas de Ouagadougou, Burkina Faso, mémoire pour l'obtention du master 2 option: eau et assainissement, 2ie, Ouagadougou, BURKINA FASO, 75p.
- [19] Adopo H. P.C., 2013. Gestion des déchets solides ménagers du district d'Abidjan. Mémoire pour l'obtention du master 2 d'ingénierie de l'eau et de l'environnement option: eau et assainissement, 2ie, Ouagadougou, Burkina Faso, 50p.

Profitability of vegetable marketing in Ghana: The case of urban and semi-urban marketers in the Upper West Region

Moomin Abu¹, Issah Kpanealuu Mohammed¹, and Benjamin Tetteh Anang²

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University for Development Studies, Tamale, Ghana

²Department of Agricultural Economics and Extension, Faculty of Agriculture, University for Development Studies, Tamale, Ghana

Copyright © 2020 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 assessed the economics of vegetable marketing in urban and semi-urban markets in the Upper West Region of Ghana to identify differentials in profit margins as well as the constraints marketers face. Mixed method research design was adopted for the study which involved a survey, focus group discussions, and personal observations. Multi-stage sampling and probability proportional to size sampling techniques were used to select the marketers. One hundred and ninety-six (196) vegetable marketers comprising 153 urban and 43 semi-urban marketers were sampled. Gross margin analysis was used to estimate costs and returns while a profit function was used to estimate net profit of the respondents. The results showed that urban marketers had higher gross margin and net profit per unit order compared to semi-urban marketers. The urban vegetable market was more competitive but generally marketers seemed to rely on increased sales volumes to create profits, with urban marketers being more able to create higher profits. Sales volume therefore accounted largely for marketers' profit margin. Lack of representation, weak support services, and lack of appropriate business skills were among the common problems facing the marketers. Noncompliance to market regulations and business fluctuations were also identified as challenges to vegetable marketing in the study area. The study concluded that vegetable marketing is a profitable venture with prospects to enhance economic empowerment of vegetable marketers in the study area.

KEYWORDS: Vegetable marketing, gross margin, net profit, urban, semi-urban, northern Ghana.

1 INTRODUCTION

According to a report by Agricultural Transformation Agency (ATA), there is universal recognition that vegetables are important foods and that vegetable production, marketing, and processing are significant contributors to household income [1]. The report also indicated that vegetables comprise a large portion of human diet and in most cases the only form of relish for the low-income group. Also, vegetables provide dietary fibre to improve digestion and health, thereby making them essential for properly balanced diets [1].

Seidu [2] reiterated that the importance of vegetables is related to their nutritional value as a major source of vitamins and minerals which are necessary in ensuring a balanced diet. For example, green/leafy vegetables including lettuce, spinach, broccoli, cabbage, and cauliflower are rich in calcium, iron, and phosphorus; sweet potato leaves and onions are also rich in phosphorus, while carrot provides vitamin A. Other vitamins supplied by vegetables include folic acid, ascorbic acid (vitamin C), thiamine (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), niacin and glycine. Also, about 33% of the body's vitamin A requirement can be obtained from vegetables while as supplementary foods, the young and tender shoots and leaves of beans are rich sources of protein and calories. Some green leaves also supply some amount of protein [2].

Allan [3] indicated that vegetables are sources of roughage which stimulate intestinal muscles and apart from keeping them in good working condition, prevent constipation through its laxative effect where it helps in the movement of the bowels. The fibre content of vegetables adds to the bulk of the food which prevents the consumer from feeling hungry. The author added

that in tropical West Africa, certain vegetables such as okra and vegetable jute (*Corchorus olitorius*) impart a glutinous consistency to the soup and thus facilitates swallowing and that aromatic vegetables such as the leaves of the fever plant (*Ocimum viridis*) and fruits of *Capsicum spp.* may improve the flavour of otherwise tasteless food and sharpen the appetite. According to Mohammed [4] some vegetables have medicinal value; for example, garlic has proved valuable to hypertensive patients and children suffering from convulsion. Vegetables neutralise extra acid substances produced during the digestion of food, particularly of protein and fat which are reported to produce extra acids in the body during their digestion [4]. Vegetables also provide carbohydrates; for example, root vegetables like sweet potato. Some legumes may supply carbohydrates in the form of sucrose. Vegetables such as sweet corn may supply fats and oils in very negligible amounts [5].

Ghana is a country with a great variety of agro-ecological zones that are favourable for horticultural crop production for different markets including the export market. In Ghana, smallholder farmers produce the majority of vegetables [6]. Smallholder vegetable farms are based on low input - low output production systems. As a result, average productivity levels are low in the small-scale farming sector [7].

Earlier research [8] indicated that much of vegetable production in Ghana was done by women, often intercropped with other crops and using most for home consumption while selling any surpluses in the nearby markets. However, more men got involved in vegetable production as access to market increased, especially in the irrigated areas. Lyon *et al* [8]. further noted that the number of male vegetable growers continued to increase as many young men started farming due to rising unemployment outside the agricultural sector, and profitability of vegetable production.

The gradual expansion of small-scale irrigation agriculture in different parts of Ghana has enabled smallholders to produce vegetables throughout the year. Through irrigation, farmers' per capita production as well as total area under vegetable crop production has been increasing [9]. The increase in per capita production has often enabled smallholders to have surpluses to sell [1].

Vegetable marketing is one of the fields that offers employment with less demanding academic qualification, and the starting capital (start-up costs) required to get engaged in marketing is probably lower than for most other agricultural commodities. According to Legesse *et al* [10]., vegetable marketing is among the main areas of intervention and strategic planning that aims to reduce hunger and poverty and improve livelihoods. The authors added that issues of growing poverty, hunger, lack of formal and informal employment opportunities, increased population growth, and increased urbanization could be addressed by appropriate institutional vegetable marketing.

Marketing of vegetables has become increasingly an important source of income for most people in Upper West region of Ghana who (especially women) cannot get employment in the formal sector. Earlier reports by GHIH/CSHS [11] indicated that vegetable marketing in Upper West region of Ghana was mostly dominated by women. Mohammed [4] reiterated this and emphasized that vegetable marketing is currently the biggest single employer of women in Upper West region of Ghana. The Upper West region is among the regions in Ghana with the highest level of unemployment with consequent higher poverty levels and concerns are emerging about malnutrition, especially among women and children in semi-urban and rural areas.

Increased production and improved marketing of vegetables can create more opportunities for self-employment and enhance human nutrition, thereby providing solution to the high unemployment situation in most rural and urban communities while addressing nutritional problems of the society. Unfortunately, the vegetable marketer, who is the main player in this business, has only limited capacity to solve problems affecting his or her business in the absence of an enabling environment such as a strong competitive market system which is a necessity for social and economic welfare. Yeshitila [12] indicated that when a competitive market functions effectively, it serves the nation by stimulating the efficient provision of goods and services, and promotes business investment in research, new equipment, and other capital goods necessary for improvements in productivity and economic growth. This causes the market system to be beneficial to a broad spectrum of the society including workers, consumers, and other stakeholders in the business, and provides resources to support social programmes that improve the quality of life.

Given the above considerations, it was deemed necessary to carry out a comparative study of urban and semi-urban vegetable markets in Upper West region in northern Ghana in order to collect current information that will provide grounds upon which recommendations and improvements to marketing could be based. Semi-urban marketers are those whose business activities are centred around the peri-urban areas. Typically, they handle smaller volumes of business and act as assemblers who buy their produce from producers in the hinterland. Urban marketers, on the other hand, buy their vegetables most often from producers they have already established contact with, sometimes through middlemen, and may occasionally engage in assemblage when vegetables are not readily available.

Pumpkin leaf, onion bulb, okra fruit, and tomato fruit are a fair representation in vegetable marketing in the study area since technically, pumpkin leaf and onion bulb represent non-fruit vegetables as leafy and succulent and bulky vegetative

organs respectively; and okra and tomato fruits represent fruit vegetables as immature and mature fruit vegetables respectively. With respect to vegetable production, marketing, and consumption the sampled vegetables are cropped widely in most parts of the country and throughout the year due to their overwhelming consumer acceptability [8]; consumers normally buy these vegetables every day or any other day because they are extensively consumed by a majority of the Ghanaian populace – almost every day and in almost every household [13]. The popularity of these vegetables amongst consumers in the study area stems from their nutritional values and diversity in use.

The overall objective of the study was to compare vegetable marketing in urban and semi-urban areas in Upper West region in northern Ghana in order to evaluate the performance of vegetable marketers and make recommendations about how the problems they face could be solved. Specifically, the study intended to investigate and compare the profit margins of vegetable marketers for the urban and semi-urban areas in Upper West region in northern Ghana. Information on marketer profit margins is hard to find; as such the findings of this research will help fill an important research gap, so that those willing to go into vegetable crop production and marketing as a business could be accurately advised on the basis of the findings. Second, the study is to identify the marketing problems being faced by the vegetable marketers in order to come out with recommendations to the government, benevolent societies, and other stakeholders on ways that could improve and encourage vegetable marketing to enhance livelihoods and household income.

2 METHODOLOGY

2.1 STUDY AREA

The study was conducted in the Upper West Region (Latitude 9.8° - 11.0° North and Longitude 1.6° - 3.0° West) of Ghana. The region covers a geographical area of 18,476 square kilometers representing 12.7% of the total land area of Ghana. According to the 2010 Population and Housing Census in Ghana, Upper West Region has a population of 576,583 comprising 276,445 males (47.9%) and 300,138 females (52.1%). The region experiences rainfall from May to October via the South-Western Monsoon winds from the Atlantic Ocean, whilst it experiences harmattan from November to April via the North-East trade winds from the Sahara desert. The mean annual rainfall varies between 840 mm and 1400 mm. The major economic activity in the region is agriculture which is also the main source of livelihood of the people. Other key sectors of the economy in the region include transport, tourism, communication, and energy. Traders from all over Ghana and other neighbouring countries like Burkina Faso, trade in goods and services in the region. Most of the people are peasant farmers and the main staple crops grown include millet, sorghum, maize, rice, soybeans, bambara beans, cowpea, groundnut, and vegetables. About 86% of the population is engaged in agriculture with poverty still predominant as evidenced by an average household annual income of US\$65.00 and poverty head count index of 83.9 % [6].

2.2 DATA COLLECTION AND SAMPLING TECHNIQUE

A survey was conducted on the comparative analysis of vegetable marketing in urban and semi-urban markets in the Upper West region of Ghana, with a focus on pumpkin leaf, onion bulb, okra fruit, and tomato fruit.

Primary data was collected using a questionnaire. The study also relied on secondary data from the Municipal Irrigation and Development Authority as well as the Municipal Agriculture Office, both in the regional capital, Wa. In addition, focus group discussions and personal observations were used. The diverse sources of information enabled the authors to critically analyse the marketing challenges and draw conclusions.

A multi-stage sampling procedure was followed in order to collect data that constitute a representative sample that reflects the business situation of the vegetable market chain of the specified commodities (tomato, onion, okra, and pumpkin). Wa Municipality and Wa West districts were selected purposefully to host four marketing centres (Wa central market, Fadama market, Wechiau market, and Dorimon market) which were also selected purposefully, following findings and recommendations of Inkoom and Nanguo [14] who indicated that purposeful sampling for the study area is the ideal for convenience. Next, 196 vegetable marketers were randomly selected from these four marketing centres. Probability proportional to size (PPS) sampling procedure [15, 16] was used to determine the number of marketers to sample from each market centre. The required sample size was determined using Slovin's sampling formula [16] with a 95% confidence level or 5% level of precision (error). Slovin's sampling formula is given as follows:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

where n is the sample size, N is the population size, and e is the level of precision. Relying on a reconnaissance survey, focus group discussions, and assistance from agricultural extension agents, we identified a total of 769 vegetable marketeers in the study area, which formed our target population. Given the population size of 769 vegetable marketeers and 95% confidence level, an estimated sample size of 263 was obtained.

According to Glenn [15], when the target population is small, an adjustment to the sample size could be made using the finite population correction for proportions to reduce the sample size slightly. This is because a given sample size provides proportionately more information for a small population than for a large population. Following Glenn [15], the estimated sample size was accordingly adjusted using the following formula:

$$n = \frac{n_0}{\frac{n_0-1}{N}+1} \quad (2)$$

where n = adjusted sample size, N = population size (769) and n_0 = sample size computed using Slovin's sampling formula (equation 1). This provided an adjusted sample size of 196 respondents. The adjusted sample size was distributed proportionally to the randomly selected market centres, as shown in Table 1.

Table 1. Distribution of samples in the study areas

Type of market	Market centre	Population size	Adjusted Sample size	Percent
Urban	Wa	482	123	63
	Fadama	118	30	15
	Total	600	153	78
Semi-urban	Wechiau	117	30	15
	Dorimon	52	13	7
	Total	169	43	22

Gross margin analysis was used to estimate costs and returns of vegetable marketeers. In addition, net profit was estimated for the sampled farmers. Vegetable marketeers' average gross margin and average net profit were analysed using the following equations:

$$\text{Average gross margin (GM)} = \sum_{i=1}^N \left[\frac{TS_i - TOC_i}{N} \right] \quad (4)$$

$$\text{Average net profit } (\pi) = \sum_{i=1}^N \left[\frac{TS_i - TOC_i - TOE_i}{N} \right] \quad (5)$$

Where TS is total sales, TOC is total order cost, TOE is total operating expenses, and N is the total number of marketeers in the group.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SOCIOECONOMIC CHARACTERISTICS OF RESPONDENTS

Table 2 shows the characteristics of vegetable marketeers in the study area. The sex distribution shows that 88.4 % of semi-urban marketeers and 100 % of urban marketeers were females, implying higher female participation in vegetable marketing. The result is reiterated by findings by Inkoom and Nanguo [14] which showed that the marketing of vegetables is dominated by women. More married people were actively involved in vegetable marketing in both semi-urban (81.39 %) and urban (73.85 %) areas. The middle-aged (between 31 and 50 years) dominated the business in both markets while majority of the marketeers were illiterate. According to Lyon *et al* [8], the major restriction for both farmers and traders in the uptake of post-harvest and marketing innovations is inadequate education and access to credit. There was a higher proportion of younger people up to 30 years who are active in vegetable marketing in the semi-urban area as compared to the urban area.

Table 2. Characteristics of marketers in the study sample

Variable	Semi-Urban Marketers		Urban Marketers	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
No. of Respondents	43	22	153	78
Sex of respondents				
Male	5	11.63	0	0
Female	38	88.37	153	100
Marital status				
Married	35	81.39	113	73.85
Single	6	13.95	21	13.73
Divorced	1	2.33	3	1.96
Widowed	1	2.33	16	10.46
Age of respondents				
Up to 30 years	13	30	30	19.61
31-50 years	28	65.12	105	68.62
More than 50 years	2	4.65	18	11.77
Education of respondents				
Illiterate	28	65.12	89	58.17
Primary school	5	11.63	19	12.42
Junior high school	1	2.32	12	7.84
Middle school	3	6.98	0	0
Senior high school	4	9.3	9	5.88
Nurses training college	0	0	2	1.31
Arabic education	2	4.65	22	14.38

NB: The researchers classified the respondents into age groups. A young person was defined as someone aged 30 years or less; middle-aged, between 31 and 50 years; and an elderly person, more than 50 years old.

3.2 VEGETABLE CHARACTERISTICS AND MARKETEER PREFERENCES

Marketeers usually look for certain characteristics of the produce which make it marketable. The four vegetables investigated have different characteristics in terms of shelf life, profit margins, among others. Marketeers were made to indicate their preferences for the vegetable produce they traded in.

Tomato fruit and fresh okra were most preferred by both marketer groups because of high consumer preference and the profit associated with the vegetable type. According to the marketers, tomato fruits stayed in shelf for four (4) days for cultivar “Laurano” and less than four days for all the other cultivars; whereas fresh okra stayed in shelf for thirty-six hours. Onion bulb was the next most preferred vegetable by urban marketers and the third preferred produce by semi-urban marketers due to higher consumer demand and longer shelf life respectively. According to the semi-urban marketers, onion bulbs do not sell on time but can be in shelf for as long as two weeks. Pumpkin leaf was ranked fourth in preference by both marketer groups due to poor consumer demand and short shelf life. According to the marketers, pumpkin leaf stayed in shelf for less than a day. Pumpkin leaf could be highly perishable because of the peculiar characteristic of high surface area to volume ratio of leafy vegetables.

From the marketers’ point of view, among the factors that determine the choice of vegetable trade are shelf life, consumer preferences, the marketing costs, and the profits associated with the vegetables. Abu [17] reiterated that for receivers and market distributors, appearance quality is most important, while they are also keenly interested in firmness and long storage life. Statistics indicate that about 5-40 % of fruit and vegetables produced in Ghana are lost during various stages of the marketing process, with losses occurring at every level from harvesting to retail and sale [2]. Depending on the variety, the lack of hard texture makes vegetables deteriorate within 1 – 4 days after harvest with a resultant huge economic loss which is a constraint to marketing for the marketers [5]. Shelf life is influenced by cultivar, production conditions, packaging, transportation, and nature of storage. Abu [17] conducted a survey in some Ghanaian markets and farms on the trend of fruit and vegetable packaging and observed that Ghana had not made progress in research on packaging of fruits and vegetables, and that the techniques that had been in existence for decades were still in use.

3.3 ESTIMATION OF GROSS MARGINS

A comparison of the gross margins for the different vegetables was made based on their order prices in both urban and semi-urban markets as shown in Table 3. The order price refers to the price of vegetable produce packaged in a unit at the farm gate or where ever the marketer initially purchased the produce.

Table 3. Gross margin analysis for vegetable marketing

Type of market	Vegetable type	Average order price per unit [†] (Ghc)	Average total sales per unit (Ghc)	Gross margin per unit (Ghc)	Average selling time per unit (Days)
Semi-urban	Tomato	650	1000	350	3
	Onion	300	600	300	14
	Okra	250	500	250	2
	Pumpkin leaf	100	300	200	1
Urban	Tomato	600	800	200	1
	Onion	300	550	250	7
	Okra	450	600	150	1
	Pumpkin leaf	250	600	350	1

[†] A unit refers to the ordinary standard measure used for orders by the local marketers. Tomato is packaged in 45 kg equivalent standard wooden boxes. Onion is packaged in 38 kg standard sacks. Okra is packaged in 18.75 kg standard sacks. Pumpkin leaf is packaged in 24 kg standard sacks. GH¢ 1.00 is equivalent to US\$ 0.19.

Except for tomato whose order price of GH¢ 650 in the semi-urban area was higher than that in the urban area (by GH¢ 50), and onion which had the same order price in the two markets, semi-urban order prices were relatively lower for the remaining vegetables. With the exception of pumpkin leaves, the gross margin of vegetables was relatively higher in the semi-urban areas. This could mean that urban marketers were operating in a more competitive market environment than semi-urban marketers or that the supply and availability of substitutes could have an effect on returns. The average selling time reflects the demand associated with the vegetables from a consumer's point of view. Ranking the vegetables according to the number of days it took to sell a unit indicated that tomato, okra, and pumpkin leaves were sold faster than onion in both markets. The average selling time increased as one moved from an urban area to a semi-urban area, as did the gross margin. This suggests that the average selling time and level of gross margin should be the basis upon which marketers could strategize to increase their turnover.

3.4 VOLUME OF BUSINESS HANDLED BY MARKETERS AND PROFIT ANALYSIS

In an attempt to evaluate the performance of the marketers, the authors examined the volume of business marketers handled per week and the associated benefits. The results are presented in Table 4. The volume of business here refers to the quantity or volume of produce sold. The results indicate that the majority of urban marketers handled relatively larger volumes of business with attendant higher total value. This most probably translated to the comparatively higher average gross margins and higher average net profits gained by the urban marketers. Majority (47%) of semi-urban marketers handled business volumes between GH¢ 1,000 and GH¢ 2,000, whereas majority (85%) of urban marketers operated business volumes above GH¢ 2,000. The difference in average net profit between semi-urban and urban marketers become huge when business volume exceeds GH¢ 2,000, while at smaller business volumes, the difference is marginal. At the same time, average net profit in both markets is at the highest when business volume exceeds GH¢ 2,000. Generally, marketers seem to rely on increased sales volumes to create profits, with urban marketers more able to create higher profits. Sales volume, therefore accounts largely for marketers' profit margin.

Table 4. Volume of business handled in a week

Type of market	Volume of business (GH¢)	Number of marketers	Total value (GH¢)	Average gross margin (GH¢)	Average net profit (GH¢)
Semi-urban	Less than 1,000	9	7,485	840	670
	1,000 – 2,000	20	31,429	1,976	1,751.7
	Above 2,000	14	47,852	3,697	3,330.2
Urban	Less than 1,000	8	6,907	890	708.3
	1,000 – 2,000	15	25,175	2,860	1,752.9
	Above 2,000	130	671,412	7,825	7,490.3

3.5 DISTRIBUTION OF MARKETING COSTS

Understanding the cost structure of a business is helpful in identifying strategies to reduce costs and maximize profits. The study therefore examined the distribution of marketers marketing costs, considering the volume of business handled per week (Table 5). The average distribution of the marketing costs associated with the volume of business handled in a week indicated that transportation costs contributed the highest proportion to total marketing costs in semi-urban areas. This applied to all levels of the volume of business handled. This is so because most marketers in semi-urban areas travel extensively and act more as assemblers/aggregators searching for supplies from distant places compared to urban marketers. Poor feeder roads also lead to an increase in transportation costs in rural areas.

Table 5. Distribution of marketing costs

Type of market	Volume of business (GH¢)	Transport cost (GH¢)	Packaging cost (GH¢)	Market levy (GH¢)	Additional handling or storage costs (GH¢)
Semi-urban	Less than 1,000	66.47	10.59	22.94	-
	1,000 – 2,000	68.50	15.08	16.42	-
	Above 2,000	73.61	11.63	14.76	-
Urban	Less than 1,000	27.10	46.50	13.09	13.31
	1,000 – 2,000	36.92	49.45	9.54	4.09
	Above 2,000	34.64	58.40	4.69	2.27

Packaging costs are more significant in urban areas than in semi-urban areas, reflecting a high degree of improved services for customers in urban areas. This is so because customers in urban areas are very conscious of the quality of packaging since attractive packaging may reflect quality of the contained items. Marketers in semi-urban areas spend less on packaging material because consumers are not very conscious about the quality of packaging services since they do not encounter containment for longer hours. This is coupled with the fact that as assemblers/aggregators, semi-urban marketers may have to provide containment just for a short while in anticipation of urban marketer visits.

Urban marketers paid lower market levy at the destination market, and encountered additional expenses in the form of other costs. These other costs reflected an additional cost of handling in urban areas, particularly where there was the need for prolonged resident storage which called for the provision of appropriate storage facilities to forestall the perishability of the produce.

3.6 RELATED MARKETER CONCERNS

The study also investigated some related marketer concerns that affect the business of vegetable marketing. The marketer concerns included business organization, level of investment, future intentions of the marketers, and the acquisition and availability of vegetables. The majority of marketers operated as individuals (single proprietors) probably due to the small amount of capital investment required to venture into the business, resulting in less need to mobilize huge initial capital through formation of groups. The few marketers who operated in groups were family-related who came together to raise capital to expand the scope of the business as well as introduce other family members to the business.

The authors were unable to quantify and convert into monetary value, the assets reported by the marketeers. However, observations indicated that urban marketeers had bigger investments than semi-urban marketeers. This was supported by the type of items (assets) urban marketeers owned, which included self-built houses. Most marketeers had no intention of continuing with the business if they are able to acquire adequate capital to start other higher-paying businesses. This implied that some marketeers used this business as a stepping stone to enable them venture into more lucrative businesses.

In the semi-urban area of Wechiau and Dorimon markets in the Wa West district, 85% of the marketeers indicated that they often travelled out to purchase vegetables from nearby farms, and sometimes from more distant places when supply was scarce, particularly in the rainy season. There was no organized wholesale market for vegetables where marketeers could easily obtain supplies. Most large-scale vegetable producers preferred selling their produce to urban marketeers than to semi-urban marketeers. The producers claimed that selling to urban marketeers reduced the risk of not selling all the produce since they are large-scale producers. Out of the total number of marketeers interviewed, 91% obtained their supplies from Wa and Fadama markets – the area's largest sales points. Marketeers acknowledged that supply of vegetables from these markets was comparatively steadier except during the rainy season when producers are more inclined to the production of staple crops such as yam, maize, millet, and guinea-corn, resulting in erratic supply of fresh vegetables. The marketing channels of vegetables including the means of transporting the vegetables become more and more localized (defining the application of head-loads, donkey-cartloads, and packaging in rugs) as one transitions from an urban to a rural area.

3.7 THE NATURE OF THE PROBLEMS IN VEGETABLE MARKETING

The main areas defining the nature of the problems in the business of vegetable marketing included lack of appropriate business skills, representation, and adequate support services, as well as unethical business practices and business fluctuations. Direct observation and personal communications with the marketeers in both urban and semi-urban areas revealed that they lacked appropriate business skills to perform efficiently. Limited education of the marketeers may be a factor contributing to the low business skills of the marketeers. Also, the marketeers did not belong to associations or organizations through which their grievances could be addressed. The marketeers who acknowledged the presence of representation cited the district assemblies as major institutions through which they are represented. Observation and communications with the assemblies revealed that the assemblies had very limited understanding of the business of vegetable marketing and were mostly interested in the market levy paid by the marketeers.

Lack of rule of law and unethical business practices were of much more concern in the urban area than in the peri-urban area. In the urban area of Wa and Fadama markets in the Wa Municipal, 76% of the marketeers indicated that they suffered injustice and harassment in the hands of street vendors popularly known as "way-side-marketeers". According to the respondents the assembly was not aware of the presence of the "way-side-marketeers" and that they always encountered them at the Wa central market whenever they got there to order vegetables. Respondents were compelled by the behaviour of the so call "way-side-marketeers" to buy vegetables that were not what they preferred and still paid more than the actual order price. Marketeers in the other markets of Wa municipal complained about unfair competition from street vendors who also usually sold vegetables outside the market premises.

The marketeers in both urban and semi-urban areas operated under very challenging conditions. The infrastructure at their disposal was, in most cases, dilapidated. The buildings under which they conducted business, for example, were often congested and rarely maintained by the local government authorities (assemblies). Toilet facilities were rarely available in the markets, and where they existed, they were in a dilapidated state. Also, water was rarely available at the markets, thus compelling marketeers to operate under unhygienic conditions. Whereas urban marketeers had access to transport facilities, semi-urban marketeers often faced transportation difficulties. It was common for rural marketeers to travel to production centres, even on foot, looking for vegetables. The flow of information in the business was also poor. Usually the marketeers were not well informed about the sources of supply and the prevailing prices. Business fluctuations occurred and were evidenced by the comparatively high perishable nature of the vegetables.

Vegetable researchers have too often neglected this aspect (marketing) and have confined themselves to the agronomic aspects of vegetable production.

4 CONCLUSION

The study investigated vegetable marketing in urban and semi-urban areas of the Upper West region of Ghana to identify differentials in profit margins as well as the constraints marketeers face. This was accomplished using a mixed method approach that involved questionnaire administration, focus group discussions and personal observations. Marketeer profit margins and marketing constraints were analysed. The results indicated that both the average gross margin and average net

profits per unit order were higher for marketers in urban areas than they were for marketers in semi-urban areas. The urban vegetable market was more competitive but generally, marketers seemed to rely on increased sales volumes to create profits with urban marketers more able to create higher profits. Sales volume therefore accounted largely for marketers' profit margin.

Lack of appropriate business skills, representation, and adequate support services, as well as unethical business practices and business fluctuations were among the common problems faced by marketers. The women who dominated the vegetable business undertook it to supplement the income of their households and contribute to household food security.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are thankful to the marketers who were willing to participate in the study.

REFERENCES

- [1] ATA (2014). Agricultural Transformation Agency (ATA) Report on Assessment of Market Linkage Opportunities in Horticultural Vegetable Value Chain. May, 2014, Addis Ababa, Ethiopia.
- [2] Seidu, A. (2018). Comparative studies on compound and single-based fertilizers as applied to exotic / minor vegetable crops cultivated in the guinea savannah region of Ghana. MPhil Thesis submitted to the School of Postgraduate Studies, University for Development Studies, Tamale, Ghana. Published. pp 123.
- [3] Allan (2018). The extent of organic and inorganic farming practices as adopted by vegetable farmers in the Northern region of Ghana. MSc Thesis submitted to the Graduate School, UDS, Tamale, Ghana. pp 125.
- [4] Mohammed, K. I. (2018). Vegetable marketing in Upper West Region of Ghana: A comparative analysis of urban and semi-urban communities. MSc Thesis submitted to the School of Graduate, UDS, Tamale, Ghana. Pp 90.
- [5] Barman, K., Ahmad, M. S., & Siddiqui, M. W. (2015). Factors affecting the quality of fruits and vegetables: Recent understandings. In M. W. Siddiqui (Ed.), *Postharvest biology and technology of horticultural crops: Principles and practices for quality maintenance* (p. 1–50). Waretown, NJ: Apple Academic Press.
- [6] GSS (2014). Ghana Statistical Services. Ghana Living Standards Survey, Report of the Fifth Round. Republic of Ghana Statistical Service, Accra, Ghana.
- [7] EHDA (2012). Ethiopian Horticulture Development Agency. Exporting fruit and vegetables from Ethiopia. Ethiopian Horticulture Industry Bulletin. Ethiopian Revenue and Custom Authority. 2012/13 Annual Import-Export Data.
- [8] Lyon, F., Awiti-Kuffour, S. and Warburton, H. (1996). Analysis of vegetable crop postharvest operations at rural household and community levels, and of the market structure. Integrated Food Crops Systems Projects/GTZ Postharvest Project, Brong-Ahafo Region-Sunyani, Ghana. pp 77.
- [9] MoFA (2014). Ministry of Food and Agriculture. The performance report of GTP of the Agriculture Sector in Ghana from 2010/11 – 2013/14; Planning and Programming Directorate, December, 2014.
- [10] Legesse, G., Hassana, M., Gudisa, R., & Koji, T. (2014). Value chain assessment of selected vegetable products in central rift valley of Ethiopia. Paper presented at the 12th International Conference on the Ethiopian Economy, Ethiopian Economics Association July 16 -19, 2014.
- [11] GHIH/CSHS (2005). Ghana Institute of Horticulturists/Canadian Society of Horticultural Science's report on 'Vegetable Production Extension project in Upper West Region of Ghana', 2002-2005.
- [12] Yeshitila, A. (2012). Analysis of Vegetable Marketing in Eastern Ethiopia: The Case of Potato and Cabbage in Kombolcha Woreda, East Hararghe Zone, Oromia National Regional State. MSc Thesis Presented to School of Graduate Studies of Haramaya University.
- [13] Awiti-Kuffour, S., Binney, K., Chan, M. K., O'Connell, N., Jackson, D., Kiff, E. and Nelson, D. (2000): Improved vegetable production in the Forest Savannah Transition Zone, Ghana: With special reference to the maintenance of Soil Fertility. MoFA, Accra, Ghana. pp.112.
- [14] Inkoom, B. K. and Nanguo, Z. C. (2011). Utilization of Irrigation Facilities Towards Poverty Reduction in the Upper West Region of Ghana. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 13, pp: 335-351.
- [15] Glenn, D. (1992). Determining Sample Size. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Fact Sheet PEOD-6 1-5.
- [16] Ayelech, T. (2011). Market chain analysis of fruits for Gomma woreda, Jimma zone, Oromia National Regional State. MSc thesis presented to School of Graduate Studies, Haramaya University. pp.110.
- [17] Abu, M. (2010). Quality Criteria for Mango Export in Ghana. Ph.D Thesis submitted to the School of Graduate Studies. Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. Published, pp 150.
- [18] Abu, M. (2002). Evaluation and Improvement of Existing Packaging Methods for Wholesale Marketing of Fresh Tomato Fruits in Ghana. MSc Thesis, K.N.U.S.T., Kumasi, Ghana. Published. pp 171.

La medersa traditionnelle au Maroc: De la forme à la nouvelle réforme

[The traditional medersa in Morocco: From the form to the new reform]

Rachid El Alaoui

Doctorant en RIIDCH, Université Mohammed V, Faculté des Sciences de l'Éducation, Rabat, Morocco

Copyright © 2020 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 Moroccan education is a type of education that is completely different from modern education. It has its own purposes and main objectives, the content and teaching methods make this type of teaching very specific. Traditional Moroccan education and particularly the traditional Moroccan medersa - which represents the main traditional educational establishment within this educational system - had known several reforms since the establishment of this type of education in Morocco. In this article we will then study the latest reform 13-01 which has profoundly modified the nature and function of this type of education, consequently we are going to explain its big repercussions as well as its limits.

KEYWORDS: Alawite dynasty, Islam, law 13-01, reform, teaching Attik.

RESUME: L'enseignement traditionnel marocain est un type d'enseignement qui se distingue complètement de l'enseignement moderne. Puisqu'il dispose de ses propres finalités et de ses principaux objectifs, ainsi que ses contenus et ses méthodes d'enseignement qui rendent ce type d'enseignement très spécifique. L'enseignement traditionnel marocain et notamment la medersa traditionnelle marocaine - qui représente en effet le principal établissement d'enseignement traditionnel au sein de ce système éducatif - a subi plusieurs réformes et différentes refontes depuis l'établissement de ce type d'enseignement au Maroc. Dans cet article on va alors étudier la dernière réforme 13-01 qui a modifié en profondeur la nature et la fonction de ce type d'enseignement, en explicitant par ricochet ses grandes répercussions ainsi que ses limites particulières.

MOTS-CLEFS: Dynastie alaouite, enseignement Attik, Islam, loi 13-01, réforme.

1 INTRODUCTION

L'enseignement traditionnel marocain a connu beaucoup de réformes au cours de la dynastie alaouite et la première réforme éducative propre à ce type d'enseignement a été effectuée par le roi Mohammed Ben Abdellah (1171-1204) en 1203 de l'hégire (28. ص. 2010، جميل حمداوي) en opérant une réduction drastique en termes du contenu enseigné et en spécifiant clairement les manuels étudiés.

Le choix était ici d'amener l'enseignement traditionnel marocain à se concentrer largement sur le contenu religieux. Car avant, l'enseignement au sein de l'école traditionnelle marocaine portait sur plusieurs disciplines scolaires comme la philosophie et l'astronomie, en arrivant même à dépasser le nombre de « 21 disciplines scientifiques » enseignées. (محمد المختار السوسي، 1960، ص. 31)

Ce qui a permis subséquentement de former tout au long de l'histoire de l'enseignement traditionnel marocain un bon nombre de penseurs et de philosophes comme « le philosophe Averroès, le mathématicien Ibn al-Banna, et l'historien Ibn Khaldoun » (أسكن الحسين، 2004، ص. 10).

La nouvelle réforme de l'enseignement traditionnel marocain a été portée par la loi 13-01, c'est une loi qui a été adoptée le 29 janvier 2002, elle se compose de 26 articles, répartis en 8 chapitres. Cette loi représente en effet la dernière réforme éducative relative à l'enseignement traditionnel marocain sous le règne des alaouites.

2 PROBLÉMATIQUE

La loi 13-01 réorganise de façon profonde l'enseignement traditionnel marocain, en donnant aux concepts de la Medersa une nouvelle vision qui se différencie largement de ce que l'enseignement traditionnel marocain a pu construire pendant 15 siècles d'histoire éducative, pédagogique et didactique, et c'est dans cette perspective primordiale qu'on pose une question principale: Comment la nouvelle loi 13-01 conceptualise la Medersa ?

D'emblée, il faut signaler que l'enseignement traditionnel marocain a porté plusieurs noms au cours de son évolution. Puisqu'on a commencé à l'époque des conquêtes islamiques avec un enseignement du Halal et du Haram (أسكان الحسين، 2004، ص14) et depuis les années soixante, ce type d'enseignement a porté le nom de Dini ou Islami (Lakbir Hajibi, 2004, p.11), pour arriver actuellement à un enseignement qualifié de Attik.

Notre objectif central est de questionner la valeur de cette loi, après 16 ans d'application de cette réforme, et compte tenu de la mise en pratique de la nouvelle vision stratégique 2015-2030. La méthode poursuivie portera alors sur une analyse de cette loi selon une approche purement éducative, en mettant en relation l'historicité de ce type d'enseignement face à la nouvelle forme de la Medersa qui est portée désormais par la loi 13-01 et le document-cadre qui en découle, et ce dans l'hypothèse de reconsidérer la véracité de cette dernière refonte propre à l'enseignement traditionnel marocain. Car selon Jean Rostand « les mauvais effets d'une juste réforme ne condamnent point cette réforme, mais la société » (Jean-Yves Dournon, 2011, p.803).

3 LA NOUVELLE STRUCTURE DE L'ENSEIGNEMENT TRADITIONNEL MAROCAIN

3.1 LES FONDEMENTS DE LA STRUCTURE

L'enseignement traditionnel marocain compte selon la nouvelle loi 13-01 et le document cadre relatif à l'enseignement Attik, deux types d'établissements scolaires:

- 1) Les Katatibes assument ce qu'on peut qualifier récemment d'enseignement préscolaire;
- 2) Les Medersas regroupent à la fois les trois cycles: le primaire, le collège et le secondaire qualifiant, mais il y a aussi les établissements d'enseignement terminal, et qui ont pour mission d'assurer la formation supérieure au niveau de l'enseignement traditionnel (voir le schéma suivant).

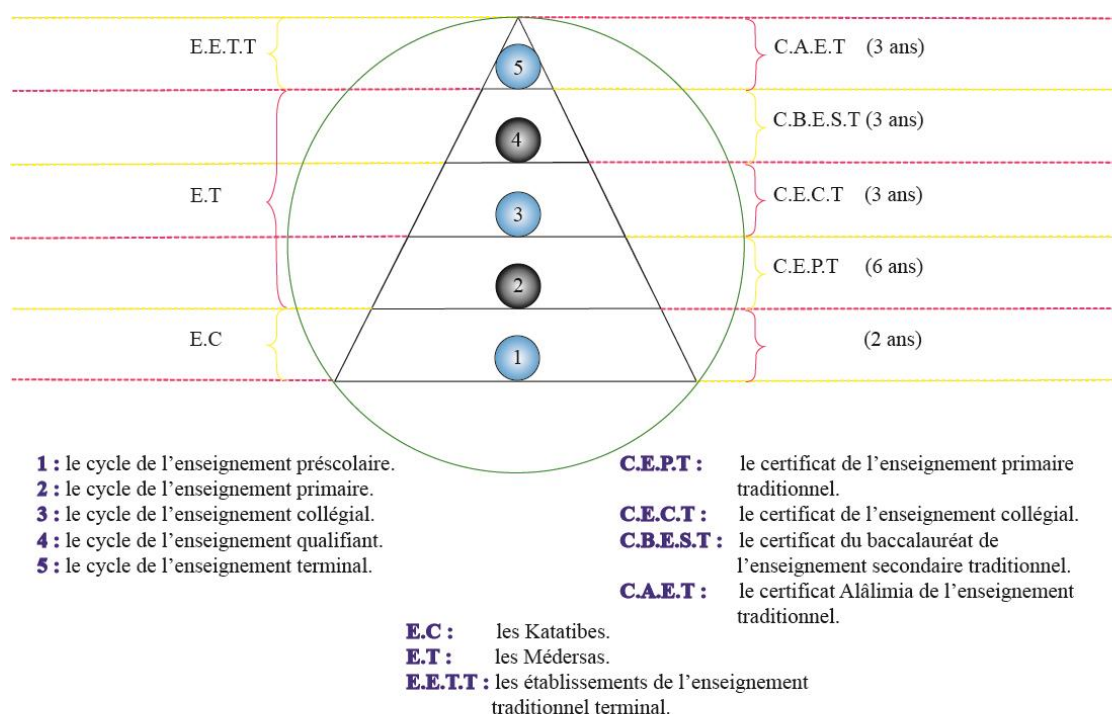


Fig. 1. La structure de l'enseignement traditionnel marocain

Au cours de l'évolution de l'enseignement traditionnel marocain, on peut distinguer entre deux structures qui ont organisé l'enseignement traditionnel marocain « un enseignement religieux consacré aux apprenants d'un certain âge, et un autre enseignement adressé aux petits apprenants et qu'on a appelé un enseignement professionnel » (أسكان الحسين، 2004، ص. 11). Car cette réforme a fixé une nouvelle organisation de l'enseignement traditionnel marocain, se composant désormais en 5 cycles (préscolaire, primaire, collégial, qualifiant et terminal). Le cycle préscolaire et primaire dure 8 ans et il s'achève par l'obtention d'un certificat d'enseignement primaire traditionnel. Pour ce qui est du cycle collégial, qualifiant et terminal, ils portent respectivement sur 3 ans, et ils aboutissent à l'obtention d'un certificat d'enseignement collégial et un baccalauréat d'enseignement secondaire traditionnel pour le qualifiant. Par contre pour le cycle terminal, il y a le diplôme de l'Alâlimia qui dure 3 ans.

Cette nouvelle organisation de l'enseignement traditionnel marocain imposée par la loi 13-01, marque une rupture avec l'évolution de ce type d'enseignement, sans pour autant disposer de véritables raisons éducatives et pédagogiques qui justifient réellement cette transition et ce passage entre ces deux structures.

3.2 LES PRINCIPES ET LES RÉSULTATS DE LA STRUCTURE

La nouvelle réforme 13-01 a conçu des passerelles entre l'enseignement traditionnel marocain et l'enseignement marocain qualifié de moderne, et ce qui a permis de donner plus de choix à l'apprenant de l'enseignement traditionnel marocain. En ouvrant alors la voie à l'enseigné de changer de parcours éducatif à destination de l'autre forme d'enseignement (article 17 de la loi 13-01).

Par ailleurs en termes de contenu, la nouvelle loi a imposé la règle de la proportion du deux tiers, et qui consiste à intégrer dans les programmes de l'enseignement traditionnel marocain, un ensemble de cours et de leçons qui comptent pour les deux tiers du volume horaire des matières enseignées dans les établissements de l'enseignement moderne marocain y compris les cours de la langue française, les mathématiques et l'éducation physique (article 4 de la loi 13-01). En laissant par ricochet seulement le 1/3 pour le contenu religieux.

Il faut noter également que la Medersa traditionnelle marocaine n'a jamais porté seulement et uniquement sur le contenu. Puisque « l'École traditionnelle, contrairement au cliché, n'est pas centrée sur le seul contenu; elle agit selon trois modes: 1) actoriel: elle est centrée sur l'apprenant qu'elle a pour objectif de former et d'intégrer; 2) factoriel: elle est centrée sur le fqih, délégataire de la Communauté; 3) vectoriel: elle est centrée sur le contenu et sur sa mission » (Abdelhak Bel Lakhdar, 2017, p.48). Cependant avec la réforme actuelle 13-01, le contenu est devenu primordial (315.ص،2017، محمد الانصاري) à la lumière de la surcharge du programme intégré désormais par cette dernière réforme.

À l'autre versant, on peut noter une régression en nombre des Medersas, puisqu'on a passé en effet de 467 établissements¹ pour l'année scolaire 2011-2012 à seulement 388 écoles² en 2012-2013, pour arriver en fin de compte à 291 établissements (8.ص،2014، وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية) au niveau de l'année scolaire 2013-2014, comme cela est présenté dans le graphique ci-dessous.

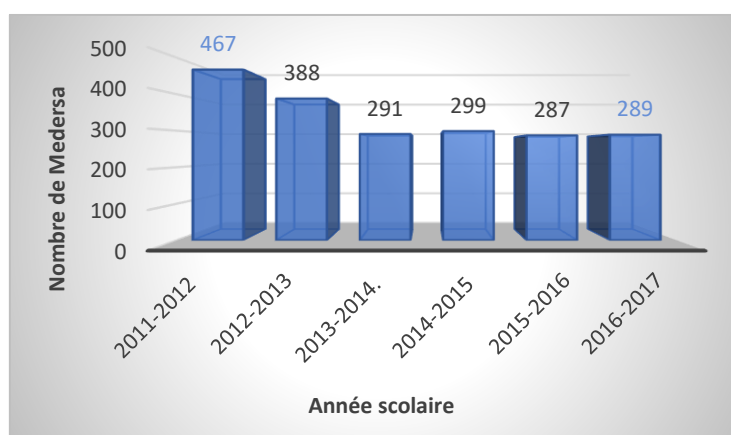


Fig. 2. Evolution de la Medersa en fonction de l'année scolaire

En revanche on a pu constater une légère amélioration de 8 établissements en 2014-2015 sans pouvoir atteindre, le chiffre de 467 établissements enregistrés pour l'année scolaire de 2011-2012. En réalisant ainsi un chiffre qui est de presque 299 établissements (7.ص،2015، وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية). Pour l'année scolaire 2015-2016, on a enregistré un nouveau recule qui n'a jamais été atteint avant. Puisqu'on est arrivé à 287 Medersas traditionnelles (61.ص،2016، وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية). Par contre pour l'année scolaire 2016-2017, il y avait une légère amélioration de deux points seulement par rapport à l'année scolaire précédente, puisqu'on est arrivé à conserver 289 écoles traditionnelles (31.ص،2017، وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية).

Ainsi, on est arrivé à un recule qui est de l'ordre de 178 Medersas traditionnelles qui ont fermées entre l'année scolaire 2011-2012 et 2016-2017, en arrivant conséquemment à un taux de fermeture qui est de 38% de Medersa traditionnelle marocaine sous l'égide de la nouvelle loi 13-01.

La loi 13-01 avait pour mission de protéger l'enseignement traditionnel marocain³ et subséquemment les Medersas, et ce qui n'a pas réussi à réaliser durant les 16 ans de sa mise en pratique. La cause de ce nombre élevé de fermetures dépend de plusieurs facteurs, cependant l'intervention de l'état reste minime et ce qui cause beaucoup de tort à ce type d'établissement. Puisque le nombre des Medersas traditionnelles érigées et gérées par les fédérations et les associations représente en effet un nombre important qui est de 69.55 % pour l'ensemble des Medersas (31.ص،2017، وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية) et ce qui ne garantit pas par conséquent la pérennité de ce type d'établissement d'enseignement à long et à moyen terme.

¹ إحصائيات مدارس التعليم العتيق على الصعيد الوطني، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، نشر في: 2013-09-18، قمنا بتصفح هذا الرابط آخر مرة يوم: 2018-08-08، الصفحة توجد على الرابط التالي: www.habous.gov.ma/الإحصاء-المدرسي/4098-إحصائيات-مدارس-التعليم-العتيق-على-الصعيد-الوطني.html.

² Voir à ce propos la page du site web du Habous, *op.cit.*

³ Préambule de la loi 13-01.

4 LA CONCEPTUALISATION DE LA NOUVELLE MEDERSA MAROCAINE

4.1 DE L'ENSEIGNEMENT TRADITIONNEL À LA MEDERSA

La loi 13-01 considère que « l'enseignement traditionnel a pour objet de permettre aux élèves et étudiants qui suivent cet enseignement, de connaître par cœur le Coran, d'étudier les sciences de la Chariaa, d'acquérir les principes des sciences modernes, de développer leur savoir et leurs connaissances dans le domaine de la culture islamique et de s'ouvrir aux autres sciences et cultures, dans le respect des principes et valeurs de tolérance de l'Islam »⁴.

C'est ainsi que l'enseignement traditionnel marocain véhicule un ensemble de principes et de valeurs qui ont été forgés tout au long des années, puisqu'il représente « un enseignement qui a accompagné l'histoire du Maroc. Il s'est intéressé à la société et lui a assuré les conditions de sa pérennité à travers la construction d'écoles, de centres d'enseignement et de lieux d'hébergement des étudiants » (CSEFRS, 2015, p.96). La fonction de l'enseignement traditionnel mis en avant dans cette dernière définition nous amène à nous interroger sur l'aspect didactique propre à ce type d'enseignement. Dès lors « l'enseignement traditionnel peut être défini comme un système éducatif basé sur la didactique des disciplines religieuses fondamentales: Coran, Sunna, Fiqh, Chariaa » (Lakbir Hajibi, 2004, p.11). Ce même auteur précise que « l'enseignement traditionnel s'enracine dans le patrimoine culturel du royaume chérifien. Il occupe une place privilégiée en tant que base de l'éducation religieuse. Ses méthodes didactiques sont essentiellement basées sur la tradition orale et la mémoire qui selon les théologiens sont utiles pour l'acquisition des autres disciplines ultérieurement pratiquées ».

Par ailleurs, pour ce qui est du sens de l'appellation et qui est toujours source de controverse et de confusion à cause du sens péjoratif⁵ qui l'accompagne « l'enseignement traditionnel est appelé ainsi, car il fait référence à la tradition Arabo-Musulmane. Le Coran est à la base de cet enseignement et les textes sacrés servent à l'apprentissage de la lecture et de l'écriture » (Redouane Bey Boumezrag, 1983, p.3).

Conséquemment, il faut entendre par l'enseignement traditionnel marocain, une structure d'enseignement typiquement marocaine qui a su prendre forme depuis l'apparition de l'Islam au Maroc, en développant ses propres fondements et méthodes d'enseignement et en ayant comme objectif principal, l'extension et la consolidation de la religion musulmane au Maroc dans le sens voulu par le pouvoir politique, et ce principalement à travers l'apprentissage et la mémorisation du Coran dans un premier temps au sein de la Medersa traditionnelle marocaine.

Il y a lieu de distinguer ici entre l'enseignement traditionnel et l'enseignement Assil ou originel et qui représente « une des structures de l'enseignement marocain, ce type d'enseignement porte sur la formation des apprenants en termes de langue arabe, en sciences islamiques, scientifiques, et en langues étrangères, il est lié alors à la culture arabo musulmane et Marocaine, et il intègre aussi un ensemble de pratiques propres à l'enseignement moderne » (Abdelkrim Ghrib, 2006, p.362). La différence entre l'enseignement Assil et l'enseignement traditionnel marocain apparaît aussi à la lumière de l'instance qui chapeaute ces deux types d'enseignement. Car si l'enseignement Assil est dirigé par le ministère de l'Éducation nationale, l'enseignement traditionnel marocain est contrôlé par le ministère des Habous et des affaires islamiques.

4.2 DE LA MEDERSA À L'ENSEIGNEMENT TRADITIONNEL

L'enseignement traditionnel marocain compte un ensemble d'établissements d'enseignement traditionnel comme cela est indiqué dans le schéma suivant.

⁴ Le dahir n° 1-02-09 du 29 janvier 2002 et portant promulgation de la loi n° 13-01 relative à l'enseignement traditionnel.

⁵ Voir la partie conclusion.

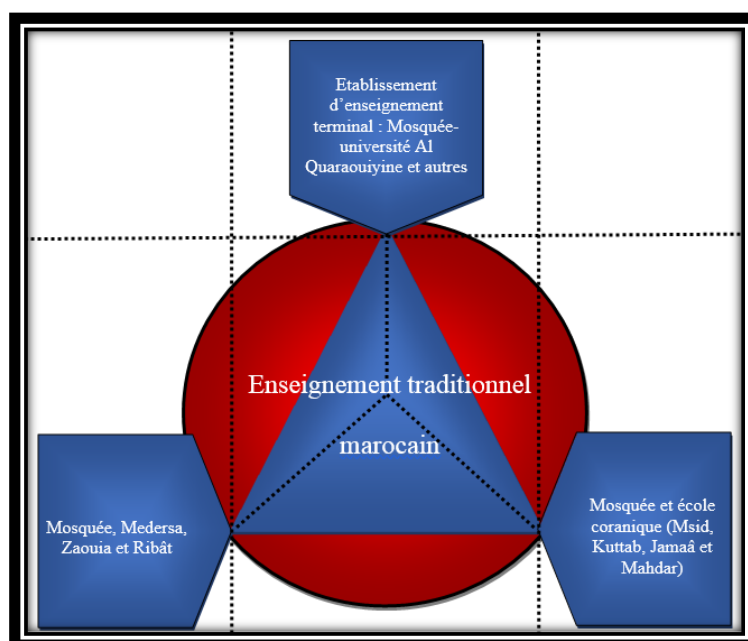


Fig. 3. Les principaux établissements de l'enseignement traditionnel marocain

La Medersa fait partie des principaux établissements d'enseignement traditionnel qui ont marqué l'évolution de ce type d'enseignement.

La date d'apparition de la Medersa est toujours source de confusion, puisqu'on évoque le 5^e siècle de l'hégire (17.ص. 1960, محمد المختار السوسي) et (Lakbir Hajibi, 2004, p.56) à l'époque des Almoravides, avec la Medersa de Sidi Waggâg Ben Zellou (25.ص. 2006, المهدي السعيد) ou à Fès selon Al-Tâzî avec la Medersa al-Sâbirîne⁶ (122-121.ص. 2000, عبد الهادي التازي) et (Latifa Benjelloun-Laroui, 1999, p.23) ou même le 6^e siècle (135.ص. 2007, رشيدة بركة) avec la Medersa al-Kasaba de Marrakech, voire le 7^e siècle de l'hégire (60.ص. 2004, الحسين أسكان) avec la Medersa de abi al-Hassan al-Chari⁷ située à Sebta⁸ ou plutôt celle de al-Saffârî⁹ (Ahmed Saleh Ettahiri, 2012, p.269) fondée à Fès en 675 de l'hégire (81.ص. 1991, علي الجزنائي). Cependant, le 5^e siècle demeure la date la plus évoquée au niveau des sources que nous avons consultées.

Par ailleurs, le conseil supérieur de l'enseignement considère que « par École traditionnelle, il faut entendre un type particulier d'enseignement qui repose essentiellement sur l'apprentissage du Coran, de la langue arabe et des sciences islamiques traditionnelles » (CSE, 2007, p.19). Une autre définition sur la Medersa nous apporte plus d'informations, puisqu'elle « est l'endroit où on donne des cours qu'il soit comme Mosquée, Ribât, Zaouïa ou bâtisse (maison) » (Lakbir Hajibi, 2004, p.56).

Il faut entendre également par la Medersa « un foyer où les étudiants coraniques (Tolbas) résident, et tout en assistant à des halakates ou des lectures données par des fqih ou des ulamas » (Lotfi, A. et Wagner, D., 1980, p.242). De ce fait, la Medersa traditionnelle marocaine se distingue des autres établissements d'enseignement traditionnel de ce pays comme le Ribât jihadiste et la Zaouïa confrérique. Le Ribât se diffère alors de la Medersa en quatre points essentiels:

D'emblée le Ribât était un établissement fondé en premier lieu sur des considérations purement militaires, ceci n'était pas le cas pour les Medersas qui avaient pour mission principale d'assurer de la formation et de l'apprentissage. Puisque la Medersa se distingue « des autres institutions éducatives par une seule mission est qui est d'enseigner » (Lakbir Hajibi, 2004, p.56).

En plus ces Almoravides qui ont habité les Ribâts ont pu tisser entre eux des Rawabites¹⁰, ce qui veut dire des liens sociaux très forts en arabe. Ils n'étaient pas alors voués à quitter par définition les Ribâts pour pouvoir poursuivre leurs études ailleurs,

⁶ مدرسة الصابرين.

⁷ مدرسة أبي الحسن الشاري.

⁸ Sebta ou Ceuta selon l'appellation espagnole.

⁹ مدرسة الصفاين.

¹⁰ روابط.

et ce qui n'est pas le cas de la Medersa qui représente généralement une étape parmi d'autre dans le parcours de formation et d'apprentissage d'un étudiant traditionnel.

En sus, si l'on tient compte de la répartition géographique entre Medersas traditionnelles et Ribâts, on peut ajouter que les Ribâts existaient « principalement tous près des frontières, mais aussi tout au long des côtes maritimes et des routes internes non sécurisées » (1999, 16, ص. ناجي جلول) et ce qui diffère complètement des écoles traditionnelles, puisqu'on trouve des Medersas dans des villes côtières comme dans des régions et des zones qui existent au centre du Maroc.

Pour ce qui est du quatrième et du dernier point, la distinction entre la Medersa et le Ribât ne se fait pas seulement sur le volet espace, mais aussi sur le volet temps. Car si la première apparition de la Medersa traditionnelle au Maroc s'est faite comme on a déjà signalé auparavant aux alentours du 5^e et du 7^e siècle de l'hégire, pour les Ribâts en effet, ils ont pu faire leurs premières apparitions au Maroc dès le 3^e siècle de l'hégire (Abdallah Fili, Jean-Pierre Van Staëvel, et Christophe Picard, 2012, p.2).

Ces nombreuses nuances effectuées entre la Medersa traditionnelle et le Ribât avaient lieu d'être établies, compte tenu de la confusion qui règne toujours à propos de l'utilisation de ces deux concepts. Par ailleurs pour ce qui est de la Zaouïa, elle se distingue de la Medersa en trois points essentiels:

La Zaouïa ou la confrérie religieuse est un lieu abritant largement une pratique du sophisme, et ce qui n'est pas nécessairement le cas de la Medersa. La distinction sur la base de l'emplacement géographique apparaît aussi entre la Zaouïa et la Medersa, puisqu'on trouve « les Medersas dans les villes et Zaouïas dans les campagnes » (Redouane Bey-Boumezrag, p.3, 1983).

Enfin, la Zaouïa ne doit pas se confondre avec la Medersa, si on tient compte de l'aspect historique et plus précisément du moment de l'apparition de ces deux établissements d'enseignement traditionnelle, car « cette idée est actuellement rejetée, nous savons que les zâwiya-s, centres d'enseignement et de propagande par la même occasion, ont fait leur apparition à la fin du règne mérinide » (Ahmed Saleh Ettahiri, 2012, p.269) et ce qui diffère complètement de la date de l'édification de la première Medersa au Maroc, entre le 5^e et le 7^e siècle de l'hégire comme on a déjà précisé auparavant¹¹.

C'est ainsi que la Medersa traditionnelle demeure un établissement d'enseignement qui est lié principalement à l'enseignement de la religion musulmane et les valeurs marocaines, elle a déjà subi avant d'énormes réformes, mais la dernière réforme 13-01 à modifier principalement sa nature et sa fonction, et ce qui nous a amenés par ricochet à proposer une nouvelle définition de la Medersa à la lumière de son état actuel (voir conclusion).

5 CONCLUSION

La dernière réforme de l'enseignement traditionnel marocain portée par la loi 13-01 nous amène à distinguer 5 points essentiels.

DES FONDEMENTS CONTRADICTOIRES

La loi 13-01 se base sur la charte nationale d'éducation et de formation comme cela est indiqué dans le préambule de cette loi.

Le principe de l'universalité des droits de l'homme est adopté clairement par cette charte au niveau du 11 articles, se trouvant dans la partie consacrée aux droits et devoirs des individus et des collectivités, et ce qui peut incompatible avec la finalité même de l'enseignement traditionnel marocain.

¹¹ Le règne des Mérinides a duré entre le 7^e et le 9^e siècle de l'hégire. Cf., Boutaleb, B., Brignon, J., Martinet, G., Rosenberger, B. et Amine, A., Histoire du Maroc, Hâtier, 1967, p.138.

UNE FRACTURE STRUCTURELLE

Dans le souci de rapprocher entre l'enseignement moderne et l'enseignement traditionnel, la loi 13-01 a imposé une organisation de l'enseignement traditionnel en 5 cycles (préscolaire, primaire, collégial, secondaire et terminal) et ce qui diffère complètement de la structure que l'enseignement traditionnel marocain a conçue tout au long de son évolution.

Cette nouvelle organisation aurait dû se baser sur une évaluation complète du système d'enseignement Attik, et qui aurait pu justifier logiquement le changement et le passage d'une organisation éducative à une autre. Car l'ancienne organisation comptait seulement deux cycles, et en ayant à son actif plus de 15 siècles d'histoire et de cumul éducatif.

Il fallait alors légitimement évoquer et analyser les limites et les raisons éducatives qui auraient pu justifier cette transition et ce passage vers l'adoption de cette nouvelle structure, étant donné qu'elle est totalement différente de la philosophie même de l'enseignement traditionnel marocain.

UN PROGRAMME SURCHARGE

Le programme enseigné actuellement dans la Medersa traditionnelle est très chargé, on peut évoquer par exemple le niveau de la 6^e année du cycle primaire, et où l'apprenant de l'enseignement traditionnel doit étudier 16 disciplines scolaires (312.ص، 2017، محمد الانصاري) durant toute l'année par comparaison à l'apprenant de l'enseignement moderne où il y a seulement et uniquement 9 disciplines.

Cette surcharge se répercute conséquemment sur l'évaluation sommative, et plus particulièrement sur l'examen normalisé de la sixième année du cycle primaire. Car si l'apprenant de l'enseignement moderne marocain est évalué dans 4 matières seulement, l'apprenant qui suit des cours au sein de l'enseignement traditionnel est évalué en 8 matières (وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية، 2015، ص. 16) et ce qui représente en effet le double par rapport à l'enseignement moderne marocain.

UNE VISION RESTRICTIVE

La vision stratégique 2015-2030 cherche à intégrer l'enseignement préscolaire au sein de la mission de l'école publique marocaine, et ce qui va forcément réduire le nombre des apprenants au sein de l'enseignement traditionnel. Puisqu'« on note que l'enseignement traditionnel reste la forme de préscolarisation prépondérante au Maroc » (Khaled Andaloussi, 2013, p.270) et du moment où le nombre des apprenants en cycle préscolaire traditionnel se compte pour presque 43908 apprenants (وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية، 2017) représentant 88% du nombre total des apprenants de l'enseignement traditionnel marocain.

Ce qui va affaiblir inéluctablement l'enseignement traditionnel marocain en limitant fortement le nombre des apprenants au sein des Katatibes, mais aussi au niveau des Medersas traditionnelles marocaines dans un avenir très proche.

UNE CONFUSION CONCEPTUELLE

Selon la loi 13-01, l'enseignement traditionnel compte à la fois des Medersas d'enseignement traditionnel et public gérées par l'état, mais aussi des Medersas d'enseignement traditionnel qualifiées de privées, et ce qui représente pour ce dernier type d'établissement privé presque 70% des Medersas érigées dans l'ensemble du territoire marocain (وزارة الاوقاف والشؤون الإسلامية، 2017، ص. 31). La qualification de la Medersa traditionnelle de « *privée* » demeure confuse, car le terme de la Medersa privée dans l'enseignement traditionnel marocain diffère catégoriquement par comparaison aux autres formes d'établissements d'enseignement privés au Maroc, et qui sont gérés à l'instar des entreprises et des firmes capitalistes. En ayant comme principale finalité et objectif l'augmentation exponentielle du chiffre d'affaire.

Le terme de la Medersa privée s'oppose à l'esprit même de ce type d'établissement traditionnel marocain, et qui a été fondé dans l'idée principale de favoriser « une démocratisation du savoir » (Ahmed Saleh Ettahiri, 2012, p.278) pour la majorité des couches sociales et surtout pour les marocains qui sont les plus défavorisées (الحسين أسكان، 2004، ص. 73).

Par ailleurs, le fait de faire porter le qualificatif de traditionnel à la Medersa lui porte hautement préjudice, car le traditionnel fait référence au passé et à ce qui est ancien et vétuste, en s'opposant frontalement au concept de la modernité. La tradition fait penser à ce qui est rarement utilisé et exceptionnellement pratiqué. Cependant la Medersa marocaine résiste toujours, puisqu'elle est toujours présente, voire totalement fonctionnelle dans plusieurs régions du Maroc.

C'est alors pour l'ensemble de ces raisons évoquées ci-après qu'on devra dépasser cette qualification inappropriée et inadaptée de la Medersa traditionnelle, pour la remplacer légitimement par le concept de la « *Medersa marocaine* ». La Medersa

marocaine s'inscrit alors dans un esprit de post-Medersa traditionnelle, car elle a été impactée par deux éléments majeurs qui favorisent son propre changement:

Le premier point est relatif à la philosophie de la réforme 13-01 qui a modifié pleinement le contenu enseigné, en laissant seulement le 1/3 qui porte sur le contenu religieux par rapport aux 2/3 du contenu issu de l'école moderne (article 4 de la loi 13-01), et ce qui diffère complètement de la fonction même de la Medersa. Ceci implique par conséquent des méthodes d'enseignement pour ces 2/3 qui se distinguent entièrement de ce qui a été pratiqué jusqu'à maintenant au sein de ce type d'établissement d'enseignement marocain.

À l'autre versant, le deuxième point porte sur l'origine profonde de cette réforme. Et qui n'est plus désormais une revendication purement interne à ce type d'enseignement, mais c'est plutôt d'ordre exogène voire sous forme de directives étrangères de la part des grands pays de ce monde (19. ص. 2017، خالد الصمدي) et qui peut être justifié sous le titre de la lutte contre le terrorisme.

On doit alors entendre par la Medersa marocaine, un établissement d'enseignement traditionnel qui applique la politique éducative de l'état, en assurant généralement l'hébergement et l'enseignement des apprenants selon des méthodes d'enseignement spécifiques et des finalités très particulières.

La Medersa marocaine s'intègre dans un processus d'apprentissage qui commence par le Kuttab et prend fin par de la formation terminale au sein des Mosquées-universités et des établissements d'enseignement supérieur, elle répond alors à des exigences communautaires et cherche à retrouver son éclat d'antan. Elle comprend selon la dernière réforme, le cycle primaire, le collège, le secondaire qualifiant et les établissements d'enseignement traditionnel terminal, et elle a aussi pour mission de véhiculer des valeurs et des idéaux religieux et politiques de l'époque actuelle.

C'est un établissement qui défend toujours l'orthodoxie sunnite-malékite, en permettant au pouvoir central de former des élites de théologiens que des fqih fidèles et obéissants à la commanderie des croyants, en contrôlant à la fois l'enseignement, l'enseignant et l'enseigné. Ce qui permet de surveiller conséquemment et d'orienter subséquemment l'évolution religieuse, et ses différentes ramifications et jonctions liées aux aspects politiques, sociaux, économiques et culturels du Maroc contemporain.

La Medersa marocaine intègre désormais beaucoup de nouvelles matières (le principe des deux tiers) ce qui modifie complètement sa fonction, sa nature, son rôle, ses méthodes d'enseignement et sa finalité, elle est enfin un type d'établissement qui est en profonde mutation et qui pâti sérieusement d'un manque d'intégration de ses lauréats au sein du marché de l'emploi (37. ص. 2010، جميل حمداوي).

المراجع العربية

- الانصاري، محمد (2017) التعليم العتيق بالمغرب من حفظ الموروث الى الانفتاح والتجديد، التجليات، الإكراهات وسبل التجاوز. المركز المغربي للدراسات والأبحاث المعاصرة. العدد 4، الجزء الأول، ص. 303-324.
- التازي، عبد الهادي (2000) جامع القرويين، المسجد والجامعة بمدينة فاس، المجلد الأول. دار نشر المعرفة.
- الجزنائي، علي (1922) زهرة الاس في بناء مدينة فاس. مطبعة جول كاريونيل.
- السوسي، محمد المختار (1960) سوس العالمية. مطبعة فضالة، المحمدية.
- الصمدي، خالد (2017) التعليم الديني: المفهوم والمسار نحو مقاربة متوازنة للتشخيص والتطوير. المركز المغربي للدراسات والأبحاث المعاصرة. العدد 4، الجزء الأول، ص. 19-33.
- أسكان، الحسين (2004) تاريخ التعليم بالمغرب خلال العصر الوسيط. المعهد الملكي للثقافة الامازيغية.
- برادة، رشيدة (2007) التعليم العتيق والبنية التقليدية في المغرب. مجلة علوم التربية. العدد الثالث والثلاثون، ص. 121-143.
- بن محمد السعيد، المهدي (2006) المدارس العتيقة واشعاعها الادبي والعلمي بالمغرب، المدرسة اللغوية بسوس نموذجاً. وزارة الاوقاف والشؤون الاسلامية.
- حمداوي، جميل (2010) المدارس العتيقة بالمغرب. مكتبة المعارف.
- ناجي، جلول (1999) الرباطات البحرية بإفريقيا في العصر الوسيط. السلسلة التاريخية، تونس.
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2013) إحصائيات مدارس التعليم العتيق على الصعيد الوطني. على الرابط: <http://www.habous.gov.ma/html/الإحصاء-المدرسي/4098-إحصائيات-مدارس-التعليم-العتيق-على-الصعيد-الوطني>
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2014) إحصائيات مؤسسات التعليم العتيق، الموسم الدراسي 2013/2014. دار ابي رقرق للطباعة والنشر.
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2015) إحصائيات مؤسسات التعليم العتيق، الموسم الدراسي 2014/2015. دار ابي رقرق للطباعة والنشر.
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2016) إحصائيات مؤسسات التعليم العتيق، الموسم الدراسي 2015/2016. دار ابي رقرق للطباعة والنشر.
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2017) إحصائيات مؤسسات التعليم العتيق، الموسم الدراسي 2016/2017. دار ابي رقرق للطباعة والنشر.
- وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية (2015) دليل المترشحة والمترشح لامتحانات نهاية الاطوار الدراسية بالتعليم العتيق. دار ابي رقرق للطباعة والنشر.

REFERENCES

- [1] Andaloussi, K. (2013). L'importance de l'éducation préscolaire de qualité et situation actuelle. Fondation Zakoura Education, 266-276.
- [2] Bel Lakhdar, A. (2017). Tradition et modernité pédagogiques au Maroc, Vol 1: Former et éduquer l'outre-sujet, FSE.
- [3] Benjelloun-Laroui, L. (2003). Les bibliothèques au Maroc. Maisonneuve et Larose.
- [4] Bey-Boumezrag, R. (1983). La politique scolaire du Maroc à l'égard du dualisme culturel de 1956 à 1981 (Thèse de doctorat inédite). Université lumière Lyon 2.
- [5] Boutaleb, B., Brignon, J., Martinet, G., Rosenberger, B. et Amine, A. (1967). Histoire du Maroc, Hâtier.
- [6] Conseil supérieur de l'éducation de la formation et de la recherche scientifique. (2015). Pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion, Royaume du Maroc.
- [7] Dahir n° 1-02-09 du 29 janvier 2002, portant promulgation de la loi n° 13-01 relative à l'enseignement traditionnel.
- [8] Dournon, J. (2011). Dictionnaire des citations françaises. Archipoche.
- [9] El Ahmadi, M. et Kchirid, E. (2007). L'Enseignement traditionnel au Maroc. Conseil Supérieur de l'Enseignement.
- [10] Ettahiri, A. (2012). Genèse et rôle de la Medersa au Maroc islamique. Bulletin d'archéologie marocaine, 22, 266-284.
- [11] Fili, A., Staëvel, J. et Picard, C. (2012). Ribât-s et râbita-s du Maroc médiéval et d'al-Andalus: débats en cours et recherches récentes. Faculté des lettres et des sciences humaines d'El Jadida.
- [12] Ghrib, A. (2006). Dictionnaire thématique, encyclopédique des notions et concepts pédagogiques, didactiques et psychologiques. Casablanca: Le monde de l'éducation.
- [13] Hajibi, L. (2014). La pensée pédagogique de l'enseignement traditionnel au Maroc, Éditions Afrique orient.
- [14] Lotfi A., Wagner, Daniel A. (1980). Traditional Islamic Education in Morocco: Sociohistorical and Psychological Perspectives. Comparative Education Review, 24 (2), 238-251.

Analyse de l'utilisation des énergies domestiques en République Démocratique du Congo (RDC): Mécanisme de mutation vers la « butanisation » dans la cuisson des aliments comme énergie principale

[Analysis of the use of domestic energies in the Democratic Republic of Congo: Mechanism of mutation towards « butanization » in cooking food as main energy]

Phanzu Malango Alexis Daddy¹, Bifubiambote Salambiaku Giresse², and Kinkela Savy Charles²

¹Ingénieur Agroéconomiste et Assistant de Recherche, MULTINA-DMK, Bureau d'études de l'Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, RD Congo

²Ingénieur Agroéconomiste et Assistant de Recherche, MULTINA-DMK, Bureau d'études de l'Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, RD Congo

³Professeur, Département d'Economie Agricole, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study aims to analyze the consumption of household energy for cooking within households in Kinshasa, Matadi, Boma and Moanda, while placing particular emphasis on the factors that explain the determining factors in the transition to use butane gas. To achieve this, 1,300 households were surveyed in the four cities.

The results of the study reveal that 80% of the households surveyed in the four cities use the energy mix for cooking. The charcoal for energy remains one of the preferred components of energy mix for cooking in reason of weakness observed in the supply of electric current. However, wood energy is one of the drivers of deforestation in developing countries. In addition, butane gas as one of the alternatives to wood energy is almost nonexistent in the energy pool in the sites visited (0.5%).

Two factors (gender of the household head and joint use of electricity and charcoal) explain the mutation of households that have never used butane gas to butane gas ($p < 0.05$). Indeed, households whose head of household is a man have two times the marginal propensity to migrate to the use of butane gas that households headed by women ($p < 0.05$). By cons, households jointly wear electricity and charcoal were 0.4 times less rested first to migrate to the use of butane gas than households that use of other energy mix ($p < 0, 05$).

KEYWORDS: wood energy, energy mix, clean energy, butanization.

RESUME: La présente étude vise à analyser la consommation des énergies domestiques pour la cuisson au sein des ménages de Kinshasa, Matadi, Boma et de Moanda, tout en mettant un accent particulier sur les facteurs qui déterminent la mutation vers l'utilisation du gaz butane. Pour y parvenir, 1300 ménages ont été enquêtés dans les quatre villes.

Les résultats de l'étude révèlent que 80% des ménages enquêtés dans les quatre villes, recourent au mix-énergétique pour la cuisson des aliments. Le charbon de bois comme source d'énergie demeure l'une des composantes privilégiées du mix-énergétique pour la cuisson suite aux faiblesses observées dans la fourniture de l'énergie électrique. Or, le bois énergie constitue l'un des moteurs de la déforestation dans les pays en développement. En outre, le gaz butane comme l'une des alternatives du bois énergie, est quasiment inexistant dans le pool énergétique des sites visités (0,5%).

Deux facteurs (le genre du chef de ménage et l'utilisation conjointe de l'électricité et du charbon de bois) expliquent la mutation énergétique dans les ménages qui n'ont jamais utilisé le gaz vers le gaz butane ($p < 0,05$). En effet, les ménages dont le chef de

ménage est un homme, ont deux fois plus de propension marginale à migrer vers l'utilisation du gaz butane que les ménages dirigés par une femme ($p < 0,05$). Par contre, les ménages qui usent conjointement l'électricité et le charbon de bois sont 0,4 fois moins disposés à migrer vers l'utilisation du gaz butane que les ménages qui utilisent d'autres mix-énergétique ($p < 0,05$).

MOTS-CLEFS: bois énergie, mix-énergétique, énergie propre, butanisation.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo (RDC) dispose d'un potentiel énergétique considérable et varié (énergie hydraulique, biomasse: « ligneuse ou agricole », pétrole, gaz naturel, charbon, schistes bitumineux, uranium, énergie solaire, géothermie et éolienne, etc.). Pourtant, l'accès à l'énergie est un des défis majeurs pour la RDC malgré le potentiel immense dont dispose le pays. Le taux national d'accès à l'électricité est actuellement de 9 %, et de 1 % seulement en milieu rural.

Le potentiel hydroélectrique de la RDC est estimé à près de 100 000 mégawatt (MW), mais moins de 2 600 MW sont actuellement exploités [1] dont 44% dans le seul site d'Inga au Kongo Central. Selon la Stratégie Cadre Nationale REDD+ de la RDC publiée en 2012, seuls 2,5% du potentiel du pays est actuellement exploité [2], [3]. Cette situation fait que la RDC soit à la traîne en ce qui concerne la consommation d'électricité.

L'apport énergétique du pays reste fourni par la biomasse (95 %), principalement via le bois de chauffe, ce qui contribue à la déforestation rapide du pays [1], ce qui corrobore avec les résultats du projet [4], [5]. Par ailleurs, le bois énergie est l'un des facteurs de déforestation en RDC. La tendance sur le taux de déforestation est toujours croissante, il est passé de 0,25% moyen entre 2005-2010 à 0,35% entre l'année 2010-2015 et la projection renseigne que celui-ci sera de 0,41% d'ici 2035 [2].

Avec une consommation annuelle de bois énergie équivalant de 45 millions de mètres cubes de bois, les besoins en combustibles ligneux sont estimés à plus ou moins 60 millions de mètres cubes par an [6]. Au fait, ¼ des besoins en bois énergie sont couverts en RDC chaque année. Le bois énergie est utilisé principalement pour la cuisson d'aliment. Or, la démographie ne cesse d'accroître (taux de croissance est de l'ordre de 3,1% [7]) justifiant ainsi une hausse permanente de la consommation en bois énergie entraînant la pression de plus-en-plus croissante sur la forêt et les ressources forestières, surtout autour des grandes agglomérations urbaines [2].

Eu égard, les régions périphériques des grandes villes congolaises subissent une dégradation effrénée des écosystèmes forestiers au point de constituer une menace réelle, permanente et sérieuse contre la biodiversité ainsi que les forêts, accentuant ainsi la déforestation et le réchauffement climatique. Paradoxalement, le pays ne dispose à ce jour que d'une seule société d'électricité, Société Nationale d'Electricité, SNEL en sigle. Cette société est caractérisée par une vétusté de ses infrastructures de production, de transport et de son réseau de distribution.

La SNEL n'arrive plus à assurer un approvisionnement optimal en énergie électrique aux ménages congolais. Le délestage du courant électrique est devenu un mode de gestion de cette entreprise étatique. Aucune ville, moins encore une commune ou quartier en RDC n'est épargné par ce phénomène. Dans la plupart des villes du pays, certains ménages recourent à l'énergie générée par les groupes électrogènes et l'approvisionnement en énergie solaire comme alternative au délestage quotidien du courant électrique. Néanmoins, ces substituts ne permettent pas de couvrir le besoin en énergie de cuisson, d'où le recours au bois énergie.

L'importance du bois énergie dans le pool énergétique national est une conséquence de l'absence de politique énergétique de ces dernières décennies, de l'absence de sensibilisation, du manque d'alternatives, du fait d'un déficit de production et de distribution de l'énergie électrique, mais aussi d'un pouvoir d'achat trop faible d'une grande partie de la population qui ne lui permet pas d'utiliser d'autres sources d'énergies telles que le gaz ou le pétrole [2].

Certes, le niveau de revenu des ménages constitue un des freins pour la migration vers l'utilisation des autres sources d'énergies, mais l'étude de marché du gaz butane en RDC réalisée par Multina/DMK pour le compte de SOCIR, fixe cette influence du revenu en-dessous de 100 USD pour le gaz butane. Au fait, les ménages dont le niveau de revenu est au-delà de 100 USD ont près de 2 fois plus de propension à migrer vers l'utilisation du gaz butane que ceux dont le revenu est en deçà de 100 USD ($p < 0,05$) [8].

Il est plus qu'opportun pour l'Etat congolais d'encourager les investissements dans la production des énergies propres (gaz butane, énergie éolienne, etc.) pour combler les besoins en énergie en vue de contribuer sensiblement à lutter contre la déforestation et le réchauffement climatique tout en conservant et en protégeant la nature et l'environnement avec sa

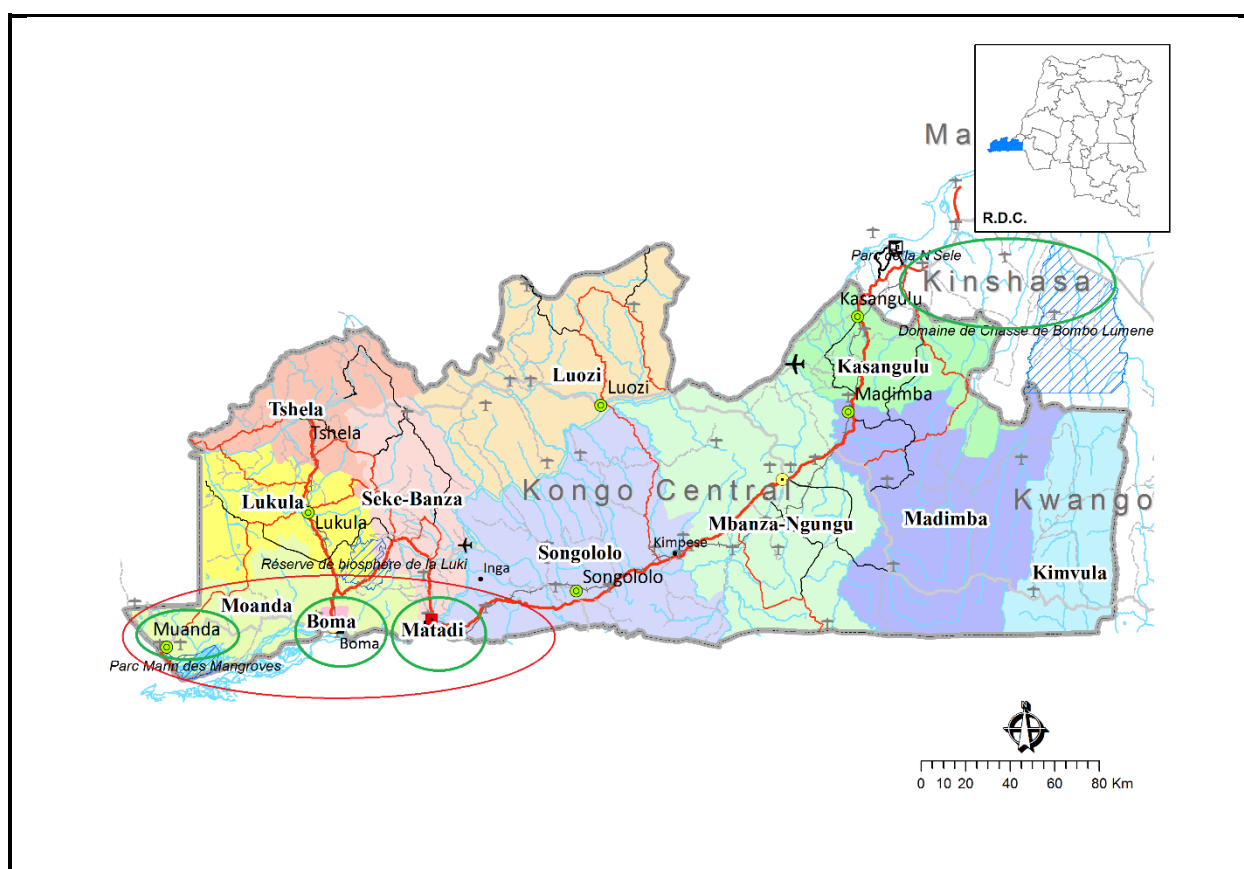
biodiversité du moment pendant que le pays se trouve au centre des enjeux de l'heure en matière d'environnement et du changement climatique.

La présente étude sur analyse de la consommation d'énergie domestique dans les grandes villes de l'Ouest de la RDC s'avère indispensable dans la mesure où elle porte une attention particulière sur le mécanisme de migration vers l'utilisation du gaz butane (**butanisation**). Globalement, l'étude se propose d'analyser la consommation de l'énergie dans la ville de Kinshasa et dans les grandes du Kongo Central (Matadi, Boma et Moanda). D'une manière particulière, elle permettra de: (i) Identifier et d'évaluer les types de combustibles (énergie) habituellement utilisés pour la cuisson et leur mode d'utilisation; (ii) Déterminer les facteurs explicatifs de l'adoption à grande échelle du gaz butane comme énergie de cuisson, « **butanisation** ».

2 MILIEUX D'ETUDE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1 MILIEUX D'ÉTUDES

La présente étude a été réalisée dans la province urbaine de Kinshasa et dans la province du Kongo Central, principalement dans les villes de Matadi, Boma et Moanda. Ci-dessous la présentation géospatial de chacune de ville.



Source: CAID

2.1.1 PROVINCE URBAINE DE KINSHASA

La ville de Kinshasa, capitale de la RDC est située à l'ouest de la RDC et s'étend sur une superficie de 9.965 km², le long de la rive méridionale du « Pool Malebo » et constitue un immense croissant couvrant une surface plane peu élevée avec une altitude moyenne d'environ 300m.

Située entre les latitudes 4° et 5° et entre les longitudes Est 15° et 16°32', la ville de Kinshasa est limitée à l'Est par les provinces de Mai-Ndombe, Kwilu et Kwango, à l'Ouest et au Nord par le fleuve Congo formant ainsi la frontière naturelle avec la République du Congo Brazzaville et au Sud par la province du Kongo Central [9]. Sa population actuelle se chiffre à près de 12 millions [10].

La ville de Kinshasa baigne dans un climat tropical chaud et humide, avec une température annuelle moyenne de 25°C et une pluviométrie annuelle moyenne de 1.400 mm. La ville connaît deux saisons: une saison pluvieuse et une saison sèche. La saison des pluies s'étend généralement de mi-septembre à mi-mai, avec des pics de pluie aux mois de novembre et avril. La saison sèche, relativement courte, couvre la période de mi-mai à mi-septembre. L'humidité relative de l'air a une moyenne générale de 79%. Sa végétation est essentiellement faite de savanes, parsemées d'arbuste et des galeries forestières [9].

Dans le cadre de cette étude, les enquêtes menées ont ciblé quelques communes de la ville province Kinshasa regroupées en strates: (i) Kinshasa périphérie avec les communes de Masina, Mont Ngafula, Kimbaseke et N'djili; (ii) Kinshasa Centre avec les communes de Bandalungwa, Kalamu et Lemba; et (iii) Kinshasa Résidentiel avec les communes de la Gombe, Limité (résidentiel), Ngaliema (Ma campagne) et Selembao (Cité maman Mobutu).

2.1.2 PROVINCE DU KONGO CENTRAL

Le Bas-Congo est nouvellement nommé Kongo central au regard du décret ministériel n°15/005 du 13 avril 2015 déterminant l'organisation et le fonctionnement des commissions d'installation de nouvelles provinces démembrées, Bas-Congo a repris son nom datant Kongo Central.

La Province du Kongo Central est située dans la partie Sud-ouest de la RDC et s'étend sur 53.920 km². Elle constitue la seule porte ouverte du Pays sur l'Océan. Elle est localisée entre 4° et 6° de latitude Sud et entre 12° et 16° de longitude Est. La province du Congo du Central est limitée au Nord par la République du Congo, au Sud par l'Angola, à l'Est par la ville province de Kinshasa et à l'Ouest par l'océan Atlantique et la province angolaise de Cabinda [11]. Selon les projections de l'Institut National de la Statistique (INS), la population du Kongo Central est estimée à 5.575.000 habitants en 2015 [10].

Dans le cadre de cette étude, seules les villes de Matadi, Boma et Moanda feront l'objet de la présentation.

2.1.2.1 VILLE DE MATADI [12]

La ville portuaire de Matadi est le chef-lieu des Institutions provinciales du Kongo-Central, constitué administrativement par 3 communes (Matadi, Nzanza, et Mvuzi). Sa population est estimée à 301 644 habitants pour une superficie de 110 km² selon le rapport annuel de la ville (2015).

La ville de Matadi est située entre 13°30' de longitude Est et 5°50' de latitude Sud sur une altitude de 18,29 m à une distance de 352 km par route de la capital Kinshasa. Elle est limitée au nord par le district des cataractes qui la sépare de la rivière Mpozo, Au sud-est par la république d'Angola et au sud-ouest par le district du Bas-Fleuve dont le fleuve Congo constitue la limite naturelle. Son climat est du type tropical avec deux saisons alternées, l'une des pluies va d'octobre jusqu'à mai de l'année suivante, soit huit mois avec une petite saison sèche en janvier et février de l'année et l'autre sèche est particulièrement sensible par son extension et sa durée; elle dure quatre mois en moyenne et débute généralement vers la deuxième quinzaine du mois de mai jusqu'au mois d'octobre de la même année.

Dans le cadre de cette étude, les enquêtes ont ciblé 6 strates dont Kinkanda et soyo (quartier résidentiels d'extension), ville haute (camps ONATRA), cités d'extension vers Mvuadu et Mpozo et 2 pneus, quartier Nzanza et Quartier Mvuzi (Quartier populaire). Ainsi, ces strates font partie des 3 communes de cette ville dont Mvuzi, Matadi, Nzanza.

2.1.2.2 TERRITOIRE DE MOANDA (VILLE DE BOMA ET CITÉ DE MOANDA) [13]

Du point de vue administrative, la cité de Moanda est rattachée à la ville de Boma qui font partie tous deux des entités de territoire de MOANDA. En effet, depuis 07 mars 1978, le territoire de Moanda a été rattaché administrativement à la ville de BOMA suivant l'ordonnance n°78/009. Sa population est de l'ordre de 197 248 habitants et couvre une superficie de l'ordre de 4 265 km².

Le territoire de Moanda se situe entre 12°21' latitude Sud et 5°56' longitude Est. Il est limité au nord par la province Angolaise de Cabinda et le territoire de LUKULA, au Sud par la Province Angolaise de DO ZAIRE, à l'Est par la ville de BOMA et le territoire de SEKE BANZA et à l'Ouest par l'Océan Atlantique.

Son climat est du type tropical caractérisé par deux saisons qui s'alternent au cours de l'année, la saison de pluies qui va de mi-octobre à mi-mai, accompagnée souvent d'une petite saison sèche en janvier-février marquée par un ralentissement des pluies et la saison sèche de mi-mai à mi-octobre. Ce territoire a une particularité du fait qu'on y trouve un gisement de pétrole dans son bassin sédimentaire situé sur le littoral atlantique avec plus de 80% de gisement à terre et plus de 10% plus en mer.

Dans le cadre de cette étude, les enquêtes menées ont ciblé quelques quartiers repartis en 4 strates aussi bien dans la ville de Boma que la cité de Moanda. Cette stratification a permis de catégoriser les ménages en fonction de quartier Résidentiel, quartier Populaire Moyen et le quartier excentré d'occupation récente. Ainsi, les travaux de terrain ont concerné la cité de Moanda (n'ayant qu'une commune), la commune de Kalamu et Nzadi respectivement à Boma ville.

2.2 COLLECTE DE DONNÉES

La réalisation de cette étude a été rendu possible grâce à une combinaison des deux approches: qualitative et quantitative. L'approche qualitative a permis à travers une synthèse de mieux appréhender la problématique de la consommation d'énergie en consultant des ressources documentaires disponibles sur la situation énergétique dans la ville province de Kinshasa ainsi qu'au Kongo Central, ce qui a permis d'établir les grandes tendances.

Par contre, l'approche quantitative a permis de réaliser les enquêtes de terrain auprès des ménages dans les villes (Kinshasa, Matadi, Boma) et cité concernée par cette étude (Moanda). Les informations recueillies ont concerné les questions spécifiques suivantes:

- Identification des ménages selon les critères socioéconomiques (genre, niveau de revenu, taille du ménage, qualité de l'habitat/cuisine);
- Sources d'énergie/combustible utilisé;
- Les conséquences de l'utilisation d'un combustible donné sur la dégradation de l'environnement;
- L'utilisation du gaz butane comme énergie alternative pour la cuisson d'aliments;
- Freins et motivations du recours à l'utilisation du gaz butane par les ménages, comme énergie alternative pour la cuisson d'aliments.

2.2.1 ECHANTILLONNAGE

Dans les villes et cité ciblées par la présente étude, les ménages ont été répartis en fonction de leur niveau de vie (quartier dit des pauvres, moyen et élevé). Afin de procéder à l'inférence statistique sur l'ensemble de la population, un échantillon minimal de 30 ménages par quartier a été envisagé. Mais, pour augmenter la précision des données à collecter, il cette taille minimale a été porté à 50 ménages, ce qui amène la taille totale de l'échantillon à 1300 ménages pour l'ensemble des villes concernés par cette étude.

Au niveau de chaque ville, les grappes sont constituées des zones à caractéristiques socioéconomiques homogènes (exemple quartier pauvre) où les ménages enquêtés ont été sélectionnés de manière aléatoire dans la grappe.

2.2.2 TRAITEMENT ET ANALYSE DE DONNÉES

Le traitement et analyse de données collectées a nécessité le recours à l'outil informatique vue la masse d'informations collectées. Les logiciels utilisés sont (i) Epidata pour la saisie des données d'enquêtes; (ii) SPSS et Microsoft Excel pour les analyses.

La base des données obtenue après saisie a permis de produire des statistiques sur les fréquences absolues, relatives par les tris à plats et tris croisés pour les variables qualitatives. Les variables quantitatives ont été analysée pour sortir les paramètres de tendance central (moyenne, médiane, etc.) et de dispersion.

En vue d'inférer les résultats sur l'ensemble de la population, plusieurs tests statistiques ont été utilisés, il s'agit du test de:

- Dépendance de Khi-deux: utilisé pour tester l'hypothèse nulle d'absence de lien ou d'indépendance entre deux variables catégorielles en se référant aux occurrences;
- Comparaison de proportion de « z » pour trouver la modalité des réponses qui explique le lien entre deux variable testée signification au test de Khi-deux;
- Régression logistique pour modéliser la réponse Y dichotomique (0,1) en fonction de variables explicatives (Zéro signifie échec et 1 signifie succès). Ce test a permis de prédire l'utilisation du gaz butane (oui ou non) en fonction des certaines variables. En vue de cerner les facteurs qui influeraient sur l'utilisation future du gaz butane par les ménages dans les villes concernées par cette étude, la réflexion a été portée à deux niveaux. Dans un premier temps, il a été déterminé, pour les ménages qui n'ont jamais utilisé le gaz butane dans le passé (278 ménages), les facteurs sociodémographiques qui influenceraient le souhait de recourir au gaz butane pour la cuisson des mets. En outre, il a été ajouté dans le modèle les

différentes sources d'énergie en vue de déceler celles qui expliqueraient cette mutation. En deuxième lieu, il a été question d'expliquer les motivations de recourir à nouveau au gaz butane au regard des avantages que procure le gaz pour les ménages qui l'utilisent (148 ménages). Pour mieux appréhender cette démarche, le tableau ci-dessous contextualise ces deux étapes.

Tableau 1. *Explication des variables du modèle en fonction de cas*

Cas	Variable à expliquer (y)	Variables explicatives (x_{n+1})
Ménages qui n'ont jamais utilisé le gaz butane (278 ménages sur 1300, soit 21,38%).	Souhait d'utiliser le gaz butane	Sexe, statut marital, niveau de revenu, utilisation conjointe de l'électricité et du charbon de bois comme sources d'énergies pour la cuisson des mets ainsi que l'utilisation de l'électricité, du charbon de bois et de bois comme unique énergie utilisée de cuisson.
Ménages qui ont déjà utilisé le gaz butane (148 ménages sur 1300, soit 11,38%).		Avantages intrinsèques du gaz: (non salissant, économique, pas d'émission de fumée, rendement thermique élevé, rapidité dans la mise en marche et dans la cuisson.)

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de cette étude sont présentés suivant la situation globale et particulière de chaque ville d'enquête. Il reprend à cet effet, les résultats sur le profil des ménages enquêtés, le niveau de revenu, la typologie d'énergie domestique utilisée, l'analyse des comportements à l'utilisation de l'énergie pour la cuisson avec un accent particulier sur le gaz butane et le mécanisme de mutation vers le gaz comme énergie principale de cuisson.

3.1 PROFIL DES MÉNAGES

Le profil de ménages visités regroupe principalement les caractéristiques suivantes: le sexe, la tranche d'âge, le statut matrimonial, le niveau d'instruction, la taille du ménage et le statut vis-à-vis de l'habitation, la dimension de l'habitation, le nombre de pièces de l'habitation et la profession du chef de ménage. Il ressort du tableau n°2 les constats ci-après:

- Par rapport au genre, la plupart de répondants de cette enquête est constituée des femmes (61,5%) en générale. Une exception est faite pour la cité de Moanda où la majorité des répondants (65,5%) sont des hommes, la domination du genre féminin reste perceptible à Kinshasa, Matadi et Boma. Cette domination des répondants du genre féminin dans l'échantillon peut être justifiée par le fait que dans la société congolaise, les tâches culinaires sont généralement l'apanage de la mère ou de la jeune fille. Ainsi, une étude qui porte sur les types d'énergie utilisés pour la cuisson de mets ne peut normalement qu'attirer plus de femmes que d'hommes.
- En ce qui concerne la taille du ménage, l'âge, niveau d'étude et profession, les résultats révèlent que dans la majorité des cas, les ménages concernés par cette étude comptent plus de 3 membres (69,4% des cas). Ils sont dirigés par des personnes d'âge mûr (63,6% ont plus de 35 ans), mariées (7 cas sur 10), ayant au moins un diplôme d'Etat (89,4% des cas) et exerçant diverses professions: profession libérale (27,1%), employé dans le secteur privé (25,4%), fonctionnaire (21,2%), commerçant (18,6%) et autres (7,7%).
- S'agissant de la dimension des habitations des ménages, les analyses renseignent que plus de la moitié des maisons ont une superficie de 20 à 50 m² (55,2% avec 4 pièces en moyenne). Par ailleurs, les autres ménages disposent d'une maison de 51 à 80 m² (18,5% avec 5 pièces en moyenne), de moins de 20 m² (10,8% avec 2 pièces en moyenne), de 121 à 150 m² (10,5% avec 5 pièces en moyenne) ou de plus de 150 m² (5,1% avec 7 pièces en moyenne). Plus de 6 habitations sur 10 disposent d'une pièce réservée pour la cuisine. La probabilité d'avoir une pièce réservée pour la cuisine est fonction de la dimension de la maison.

Tableau 2. Profil des enquêtés dans les villes sous études

Variables	Modalités des réponses	Boma		Moanda		Kinshasa		Matadi		Total	
		Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%
Sexe	Masculin	47	23,5%	131	65,5%	238	39,7%	85	28,3%	501	38,5%
	Féminin	153	76,5%	69	34,5%	362	60,3%	215	71,7%	799	61,5%
Age	Moins de 25 ans	2	1,0%	2	1,0%	35	5,8%	19	6,3%	58	4,5%
	25 à 35 ans	71	35,5%	56	28,0%	158	26,3%	130	43,3%	415	31,9%
	36 à 50 ans	99	49,5%	121	60,5%	282	47,0%	120	40,0%	622	47,8%
	Plus de 50 ans	28	14%	21	10,5%	125	20,8%	31	10,3%	205	15,8%
Statut marital	Marié	151	75,5%	170	85%	393	65,5%	202	67,3%	916	70,5%
	Célibataire	24	12%	18	9%	127	21,2%	76	25,3%	245	18,8%
	Divorcé	9	4,5%	7	3,5%	34	5,7%	11	3,7%	61	4,7%
	Veuf	16	8%	5	2,5%	46	7,7%	11	3,7%	78	6%
Superficie de l'habitation	Moins de 20 m ²	32	16%	18	9%	53	8,8%	37	12,3%	140	10,8%
	20 à 50 m ²	122	61%	108	54%	322	53,7%	165	55,0%	717	55,2%
	51 à 80 m ²	32	16%	55	27,5%	109	18,2%	45	15,0%	241	18,5%
	121 à 150 m ²	10	5%	12	6%	84	14,0%	30	10,0%	136	10,5%
	Plus de 150 m ²	4	2%	7	3,5%	32	5,3%	23	7,7%	66	5,1%
Taille du ménage	< à 4 personnes	54	27%	63	31,5%	157	26,2%	124	41,3%	398	30,6%
	4 à 7 personnes	113	56,5%	109	54,5%	304	50,7%	126	42%	652	50,2%
	7 à 10 personnes	33	16,5%	28	14,0%	139	23,2%	50	16,7%	250	19,2%
Profession du chef de ménage	Libéral	61	30,5%	61	30,5%	158	26,3%	72	24,0%	352	27,1%
	Employé	47	23,5%	54	27%	135	22,5%	94	31,3%	330	25,4%
	Fonctionnaire	53	26,5%	40	20%	150	25%	32	10,7%	275	21,2%
	Etudiant	1	,5%	2	1,0%	3	,5%	8	2,7%	14	1,1%
	Commerçant	21	10,5%	42	21,0%	110	18,3%	69	23%	242	18,6%
	Artisan	4	2%	1	,5%	20	3,3%	10	3,3%	35	2,7%
	Sans emploi	11	5,5%	0	0%	21	3,5%	9	3%	41	3,2%
	Agriculteur	2	1%	0	0%	3	,5%	6	2%	11	,8%
Niveau d'instruction	N'a pas étudié	12	6%	2	1,0%	7	1,2%	3	1%	24	1,8%
	Primaire	15	7,5%	26	13%	43	7,2%	30	10%	114	8,8%
	Secondaire	106	53%	117	58,5%	280	46,7%	175	58,3%	678	52,2%
	Supérieur/Universitaire	67	33,5%	55	27,5%	270	45%	92	30,7%	484	37,2%

Source: Données d'enquête, 2014. Eff.: Effectif.

3.2 NIVEAU DE REVENU DE MÉNAGE

Le niveau de revenu constitue un facteur déterminant dans le changement des habitudes d'un ménage, car il justifie la capacité financière ou le niveau d'accessibilité des ménages à différents biens du ménage dont une nouvelle forme d'énergie domestique.

Par ailleurs, plus de la moitié des ménages enquêtés (55,3%) ont un revenu entre 100\$ et 500\$ dans les villes visitées. Cette fourchette est également majoritaire dans les quatre villes visitées. Il existe en effet, un lien entre le niveau de revenu et les villes concernées par cette étude (test de Khi-deux = 161,977 et sig. = 0,000). Ceci signifie que dans les villes du Kongo central, la plupart de ménages ont au plus 300\$ de revenu mensuel, alors que la plupart des ménages à Kinshasa ont moins 501\$ de revenu mensuel ($p < 0,05$). Ci-dessous la répartition des ménages enquêtés en fonction de leur revenu.

Tableau 3. Revenu mensuel de ménage

Revenu	Boma		Moanda		Kinshasa		Matadi		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Moins de 100\$	38	19%	35	17,5%	39	6,5%	55	18,3%	167	12,8%
Entre 100 et 300\$	92	46%	61	30,5%	166	27,7%	103	34,3%	422	32,5%
Entre 301 et 500\$	37	18,5%	67	33,5%	123	20,5%	69	23%	296	22,8%
Entre 501 et 700\$	14	7%	25	12,5%	100	16,7%	38	12,7%	177	13,6%
701 et 1.000\$	14	7%	11	5,5%	62	10,3%	22	7,3%	109	8,4%
Plus de 1.000\$	5	2,5%	1	,5%	110	18,3%	13	4,3%	129	9,9%
Total	200	100%	200	100%	600	100%	300	100%	1300	100%

Source: Données d'enquête, 2014.

3.3 TYPES D'ÉNERGIE DOMESTIQUE UTILISÉE

L'énergie utilisée à Kinshasa et dans les villes enquêtées du Kongo centrale est de plusieurs natures. Leur choix varie en fonction des usages, le prix et de la disponibilité de chacune.

Les villes de la République Démocratique du Congo dépendent en grande partie du bois énergie. Les investigations montrent que 92% des ménages dans les villes concernées par cette étude recourent au charbon de bois (tableau n°4) bien concurremment avec d'autres sources d'énergie (81,1%).

Le tableau ci-dessous présente la proportion des ménages en fonction des sources d'énergies utilisées.

Tableau 4. Source d'énergies utilisées pour la cuisson par les ménages

Energie pour la cuisson:	Boma (n= 200)		Moanda (n=200)		Kinshasa (n=600)		Matadi (n=300)		Total (n=1300)	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Bois de chauffe	27	13,5%	78	39%	49	8,2%	39	13%	193	14,8%
Charbon de bois (Braise)	171	85,5%	186	93%	548	91,3%	291	97%	1196	92%
Pétrole	19	9,5%	42	21%	54	9,0%	11	3,7%	126	9,7%
Electricité	120	60%	61	30,5%	465	77,5%	168	56%	814	62,6%
Gaz butane	0	0%	4	2%	3	,5%	0	0%	7	,5%
Groupe Electrogène	0	0%	6	3%	12	2%	0	0%	18	1,4%

Source: Données d'enquête, 2014.

Le charbon de bois n'est pas l'unique source d'énergie que les ménages utilisent pour la cuisson des aliments. Les autres sources d'énergie sont l'électricité, le bois de chauffe, le pétrole, le groupe électrogène et le gaz butane (tableau n°4). Toutes ces sources d'énergies sont utilisées conjointement par les ménages (figure n°1) des quatre villes. Cette situation reflète en effet le profil de la consommation énergétique dans la plupart des pays en développement [3].

La figure ci-dessous présente la proportion des ménages qui recourent à plus d'une source d'énergie pour la cuisson des mets en fonction de site d'enquête.

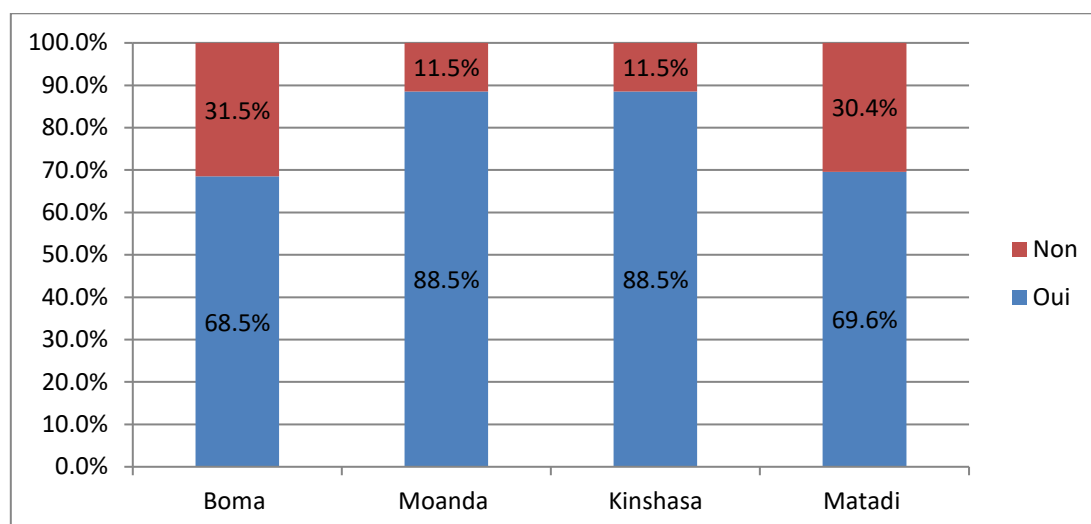


Fig. 1. Proportion des ménages qui utilise le mix-énergétique pour la cuisson par ville

Source: Données d'enquête 2014.

La lecture du graphique ci-haut montre que dans les quatre villes, la proportion des ménages qui recourt conjointement aux sources d'énergies varie entre 68,5% et 88,5%. Plusieurs raisons expliquent cette utilisation conjointe des sources d'énergies, notamment le délestage pour l'électricité, la disponibilité pour le charbon de bois, les types d'aliments à préparer, le prix d'acquisition etc. Sur base de ces raisons, les ménages choisissent recourent au mix-énergétique pour la cuisson de mets.

Quant à ce **mix-énergétique** (tableau n°5), les investigations menées montrent que dans l'ensemble de 1300 ménages enquêtés, 1016 utilisent le charbon de bois, 193 recourent au bois de chauffe, 69 font l'usage à l'électricité et 22 utilisent le pétrole.

Sur les 1016 ménages qui utilisent le charbon de bois, 827, soit 81,4% recourent conjointement à plusieurs sources d'énergie. En effet, 720 ménages, soit 70,9% font usage du charbon de bois et l'électricité, 104 ménages, soit 10,2% recourent concurremment au charbon de bois et au pétrole. Les autres sources sont faiblement représentées (gaz: 2 ménages, 0,2% et groupe électrogène: 1 ménage, soit 0,01%, etc.). En ce qui concerne le bois de chauffe, les analyses montrent que 193 ménages en font usage dont 180, soit 93,3% l'utilisent avec le charbon de bois, 9 avec l'électricité, soit 4,7 etc. Pour ceux qui utilisent l'électricité (69 ménages), seuls 18 ménages, soit 26,1% recourent concurremment à plus d'une source d'énergie, soit avec le groupe électrogène (16 ménages, soit 23,2%) soit avec le gaz butane (2 ménages, soit 2,9%).

D'une manière générale, la plupart des mix énergétiques sont composés de l'électricité et de charbon de bois comme énergies de cuisson de base. Etant donné que l'électricité n'est pas toujours disponible, ni accessible et ne donne aucune garantie de cuisson à cause de fréquences de coupures au cours de la journée, les ménages à lui adjoindre le charbon de bois, dont la production est un des moteurs de la déforestation abusive et des émissions de gaz à effets de serre.

Signalons que le GPL est quasiment absent dans le pool énergétique des quatre villes concernées par cette étude. Les investigations montrent que seuls 7 ménages sur 1300, soit 0,5% utilise le gaz pour la cuisson. En effet, sur les 7 utilisateurs du gaz enregistrés dans l'ensemble de quatre villes, 6, soit 3% ont été enregistré à Moanda et 1, soit 0,17% à Kinshasa. Cette situation témoigne l'inexistence du gaz butane dans le pool énergétique de la RDC. Néanmoins, à l'Est de la République Démocratique du Congo, principalement à Bukavu et à Goma, il a été observé une amorce de son adoption par les ménages [3].

Le tableau ci-dessous présente le mix-énergétique utilisés pour la cuisson des mets dans l'ensemble des quatre villes.

Tableau 5. Mix-énergétique de cuisson des mets

	Bois de chauffe		Charbon de bois (Braise)		Pétrole		Electricité		Gaz butane		Groupe Electrogène		Total	
	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%
Bois de chauffe	3	1,6%	180	93,3%	0	0%	9	4,7%	0	0%	1	,5%	193	100%
Charbon de bois (Braise)	0	0%	189	18,6%	104	10,2%	720	70,9%	2	,2%	1	,1%	1016	100%
Pétrole	0	0%	0	0%	3	13,6%	16	72,7%	3	13,6%	0	0%	22	100%
Electricité	0	0%	0	0%	0	0,0%	51	73,9%	2	2,9%	16	23,2%	69	100%
Total	3	,2%	369	28,4%	107	8,2%	796	61,2%	7	,5%	18	1,4%	1300	100%

Source: Données d'enquête, 2014. Eff: effectif.

La situation énergétique au niveau de chaque ville montre que l'énergie bois demeure l'un des éléments privilégiés de mix-énergétique.

Le tableau ci-dessous présente les principales sources d'énergie domestique utilisée pour la cuisson.

Tableau 6. Energie domestique principale utilisée pour la cuisson

	Boma		Moanda		Kinshasa		Matadi		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Bois de chauffe	0 ¹	0,0%	4 _{a, b}	2,0%	29 _a	4,8%	4 _b	1,3%	37	2,8%
Charbon de bois (Braise)	111 _a	55,5%	133 _a	66,5%	345 _a	57,5%	186 _a	62,0%	775	59,6%
Pétrole	0 ¹	0,0%	12 _a	6,0%	13 _b	2,2%	0 ¹	0,0%	25	1,9%
Electricité	89 _a	44,5%	45 _b	22,5%	212 _a	35,3%	110 _a	36,7%	456	35,1%
Gaz butane	0 ¹	0,0%	6 _a	3,0%	1 _b	,2%	0 ¹	0,0%	7	,5%
Total	200	100,0%	200	100,0%	600	100,0%	300	100,0%	1300	100,0%

Remarque: Les valeurs des mêmes ligne et sous-tableau ne partageant pas le même indice diffèrent significativement à $p < 0,05$ dans le test bilatéral d'égalité pour proportions de colonne. Les cellules sans indice ne sont pas incluses dans le test. Les tests supposent des variances égales.²

1. Cette modalité n'est pas utilisée dans les comparaisons car sa proportion de colonne est égale à zéro ou à un.

2. Les tests sont ajustés pour toutes les comparaisons par paire au sein d'une ligne de chaque sous-tableau le plus interne, à l'aide de la correction Bonferroni.

Source: Données d'enquête, 2014.

Khi-deux=87,961 et $p = 0,0001$.

Le tableau ci-haut montre que, au moment de l'enquête, le gaz butane a été le type d'énergie le moins utilisée pour la cuisson des ménages. Cependant, lorsqu'on analyse en profondeur la localisation des utilisateurs, on remarque que le gaz butane comme énergie domestique est plus utilisé à Moanda qu'à Kinshasa ($p < 0,05$). Ceci s'explique sans doute par la présence des sociétés pétrolières de production, notamment SOCIR et PERENCO, mais aussi de la proximité de cette partie avec l'Angola. Signalons que cette source d'énergie présente un certain nombre d'avantages non négligeables du point de vue du pouvoir calorifique, sécurité, environnement, confort et économique.

3.4 MÉCANISME DE « BUTANISATION » OU DE MUTATION VERS LE GAZ BUTANE COMME ÉNERGIE PRINCIPALE DE CUISSON D'ALIMENTS

La consommation de charbon de bois, selon nos estimations, fait perdre à Kinshasa et au Kongo Central près de 150 Km² de couvert forestier par année du fait de leurs dépendances au bois énergie. Or, la province voisine du Kongo central abrite les plus grands barrages hydroélectriques de la RDC (Inga et zongo), ce qui constitue un avantage par rapport aux autres provinces.

C'est donc dans ce cadre que cette partie tente de déterminer les facteurs qui peuvent expliquer la mutation des ménages vers l'utilisation du gaz butane comme source principale de cuisson.

Le choix du gaz butane comme énergie de cuisson s'explique par le fait qu'elle est une énergie propre et la RDC dispose d'une entreprise pouvant desservir l'ensemble du territoire national, sans compter les fournitures provenant de l'extérieur.

Pour les ménages qui n'ont jamais utilisé le gaz, le fait de recourir conjointement à l'électricité et au charbon de bois comme l'unique source de cuisson ainsi que le genre du chef de ménage expliquent pertinemment le souhait de recourir au gaz butane comme principale source d'énergie pour la cuisson (Tableau n°7). En effet, le genre influence positivement le recours au gaz butane alors que l'utilisation conjointe de l'électricité et charbon de bois a un effet négatif sur la **butanisation**.

Lorsqu'on tient compte de chaque variable significative dans le modèle, le même tableau renseigne que les ménages dirigés par un homme ont deux fois plus de propension à migrer vers l'utilisation du gaz butane pour la cuisson que le ménage dont le chef est une femme ($p < 0,05$). Néanmoins, comme la cuisine est le domaine exclusif des femmes pour la plupart des ménages Congolais, l'action Marketing censée faciliter l'adoption à grande échelle du gaz butane par les ménages devra aussi être orienter aussi vers les femmes.

Par contre, les ménages qui utilisent conjointement l'électricité et le charbon de bois ont 0,4 fois moins de propension à migrer vers l'utilisation du gaz butane que ceux dont le mix- énergétique est autre ($p < 0,05$). Ceci peut s'expliquer par le fait que l'une des sources de ce mix-énergétique (électricité) est propre au même titre que le gaz selon l'appréciation des ménages, même si sa disponibilité ne rassure pas son utilisation. Cette source d'énergie (électricité) est complétée par une autre source d'énergie moins propre, mais disponible (charbon de bois), ce qui représente un équilibre pour les utilisateurs. Ainsi, sur ce point de vue, le gaz butane se doit être plus disponible avec un prix accessible pour espérer un virement des habitudes de cette catégorie des ménages.

Pour les autres variables du modèle, reprises dans le tableau 7 ci-dessous, ne semblent pas influencer significative la prédiction sur l'utilisation du gaz butane ($p > 0,05$). Ci-dessous les déterminants de la « **butanisation** » pour ceux qui n'ont jamais utilisé le gaz butane.

Tableau 7. Déterminant d'utilisation de gaz chez les ménages n'ayant jamais utilisé le gaz

Variables explicatives	A	E.S.	Wald	ddl	Sig.	Exp (B)
Genre*	0,655	0,304	4,656	1	0,031	1,926
Statut Marital	-0,062	0,34	0,033	1	0,856	0,94
Revenu	0,237	0,354	0,447	1	0,504	1,267
Electricité et charbon bois*	-0,928	0,376	6,1	1	0,014	0,395
Statut d'habitation	-0,292	0,294	0,989	1	0,32	0,747
Charbon de bois	-0,567	0,487	1,353	1	0,245	0,567
Electricité Uniquement	-0,455	0,516	0,777	1	0,378	0,634
Constante	1,683	0,515	10,671	1	0,001	5,38

a. Variable (s) entrées à l'étape 1: Genre, Statut Marital, revenu, Electricité et charbon bois, Statut d'habitation, Charbon de bois, Electricité Uniquement.

Source: Données d'enquête, 2014. *: variable significative à $p < 0,05$.

S'agissant des raisons qui pousseraient les ménages qui ont déjà utilisé le gaz butane (deuxième cas) à recourir à nouveau à cette source d'énergie, les analyses montrent que les éléments intrinsèques ci-après: le caractère non salissant du gaz, son rendement thermique élevé, sa rapidité dans la mise en marche, sa rapidité dans la cuisson et son caractère économique sont de facteurs qui explique la « **butanisation** » (tableau n°8).

Les facteurs qui ont influencé le plus les ménages qui utilisent le gaz butane à l'adopter sont la rapidité dans la cuisson (8,75 fois plus de chance), le fait que le gaz est économique (7 fois plus de chance), son caractère non salissant (2 fois plus de chance), la rapidité dans la mise en marche et le rendement thermique du gaz butane (respectivement 1,9 fois et 1,89 fois plus de chance) d'influencer à nouveau l'utilisation du gaz butane.

Tableau 8. Détermination des facteurs intrinsèques qui motive l'utilisation de gaz butane

Variables explicatives	A	E.S.	Wald	ddl	Sig.	Exp (B)
Pas de fumée	0,056	0,371	0,023	1	0,880	1,057
Non salissant*	0,781	0,343	5,2	1	0,023	2,184
Rendement thermique élevé**	0,64	0,242	6,988	1	0,008	1,897
Rapidité dans la mise en marche**	0,645	0,226	8,139	1	0,004	1,905
rapidité dans la cuisson**	2,17	0,21	106,368	1	0,000	8,755
Economique**	1,95	0,283	47,486	1	0,000	7,028
Constante	-3,125	0,154	411,138	1	0,000	0,044

a. Variable (s) entrées à l'étape 1: Pas de fumée, Non salissant, Rendement thermique élevé, Rapidité dans la mise en marche, rapidité dans la cuisson, économique.

Source: Données d'enquête, 2014. *: variable significative à $p < 0,05$. **: variable significative à $p < 0,01$.

Ainsi, ces cinq facteurs cités ci-haut constituent les éléments majeurs du mix-marketing, il permet d'asseoir une action marketing pour permettre à l'ancien utilisateurs d'adopter à nouveau le gaz butane par les ménages qui l'ont déjà utilisé par le passé. Par ailleurs, pour atteindre la population, toutes ces variables significatives devront être mises en jeux dans une démarche marketing de la vulgarisation du gaz butane.

4 CONCLUSION

La présente étude a eu pour objectif d'analyser la consommation de l'énergie domestique dans la ville de Kinhsasa, Matadi, Boma et dans la cité de Moanda. Spécifiquement, l'étude a permis d'identifier et d'évaluer les types de combustibles (énergie) habituellement utilisés par les ménages. Pour y parvenir, il a été combiné aussi bien des outils qualitatifs que quantitatifs dans la collecte des données.

Dans l'ensemble, pour cette étude 1300 ménages ont été enquêtés (approche quantitative) dans les quatre villes concernées par cette étude (Kinshasa, Matadi, Boma et Moanda). En outre, les ressources documentaires et données secondaire ont été également utilisées (approche qualitative), lesquelles ont été synthétisées pour une utilisation optimale afin de comprendre la problématique des énergies de cuisson en RDC.

En effet, dans les quatre villes sous études (Kinshasa, Matadi, Boma et Moanda) 92% des ménages recourent au charbon de bois dont 81% l'utilisent concurremment avec d'autres sources d'énergie (pétrole, électricité, gaz butane et groupe électrogène).

Toutefois, la plupart des ménages enquêtés recoure aux mix énergétiques lesquels sont composés soient de l'électricité ou du charbon de bois. Pourtant l'électricité présente des revers sérieux car elle n'est pas toujours disponible, ni accessible et ne donne aucune garantie de cuisson à cause de fréquences de coupures au cours de la journée, alors que l'énergie bois est l'un des facteurs majeurs de la déforestation en RDC.

Le gaz butane (0,5%) n'est quasiment pas utilisé par les ménages enquêtés dans les quatre villes. Or la RDC dispose un potentiel pour faire bénéficier sa population de cette énergie propre, ce qui permettra de préserver les forêts et la biodiversité.

Pour une perception de « butanisation », une analyse de déterminant a été réalisé d'une part pour les ménages qui n'ont jamais utilisé le gaz butane et d'autre part pour ceux qui l'ont déjà utilisé. Il ressort des analyses que le genre du chef de ménage et de l'utilisation conjointe de l'électricité et du charbon de bois influence la « butanisation » pour les ménages qui n'ont jamais recouru au gaz. En effet, le sexe influence positivement le recours au gaz butane, alors que l'utilisation conjointe de l'électricité et le charbon de bois a un effet négatif sur la migration vers l'utilisation du gaz butane. Par ailleurs, les ménages avec un chef homme ont 2 fois plus de propension à migrer vers l'utilisation du gaz butane pour la cuisson que les ménages dont le chef est une femme ($p < 0,05$). Par contre, les ménages qui usent conjointement de l'électricité et du charbon de bois ont 0,4 fois moins de propension à migrer vers l'utilisation du gaz butane que ceux qui recourent à d'autres mix- énergétique ($p < 0,05$). Par contre, la rapidité dans la cuisson, la raison économique, le caractère non salissant, la rapidité dans la mise en marche et de rendement thermique du gaz butane sont là les facteurs qui expliquent le recours à nouveau au gaz butane pour les ménages qui l'ont déjà utilisé par le passé. Ainsi, ces facteurs devront être capitaliser dans l'optique d'un processus de « butanisation » en République Démocratique du Congo.

REFERENCES

- [1] Nation Unie, commission économique pour l'Afrique, PROFIL DE PAYS, 2017.
- [2] Anonyme, Stratégie Cadre Nationale REDD+ de la République Démocratique du Congo, 2012.
- [3] Fonds National REDD+ de la RDC, Vers une mobilisation de la finance climat pour le développement durable de la RDC: Programme de consommation durable et substitution partielle au bois énergie, 2018.
- [4] Projet Makala, Bois énergie en RDC: Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani, CIFOR, 2011.
- [5] Ministère de l'Energie, Document de politique du secteur de l'électricité en République Démocratique du Congo. Validé à l'atelier du 11 au 15 mai 2009. 2eme version amendée le 4 juin 2009. Kinshasa, 2009.
- [6] Mbala S. M, 2007, République Démocratique du Congo. Intégrer les questions de genre dans le secteur forestier en Afrique, Rome: FAO.
- [7] Ministère du Plan de la RDC, Document de la Stratégie de Croissance et de Reduction de la Pauvreté de seconde génération (D S C R P 2), volume 1, Octobre 2011.
- [8] SOCIR et Multina/DMK, Etude de marché du gaz butane en RDC, 2014.
- [9] ICREDES, Monographie de la ville de Kinshasa, 2015.
- [10] INS, Annuaire statistique, 2014.
- [11] PNUD, profil résumé de la province du Bas-kongo, 2009.
- [12] CAID, fiche de la ville de Matadi, 15 avril 2016 Available: <https://www.caid.cd/index.php/donnees-par-villes/ville-de-matadi/?domaine=fiche>.
- [13] CAID, présentation du territoire de Moanda, 15 avril 2016 Available: <https://www.caid.cd/index.php/donnees-par-province-administrative/province-de-kongo-central/territoire-de-moanda/?secteur=fiche>.

Evaluation du niveau de radioprotection des personnes travaillant dans l'artisanat minier: Cas du site miniers de Twilizembe

Patrick Mbweb Katshil and Robert Lwamba Ilonda

Commissariat Général à l'Energie Atomique, Ministère de la Recherche Scientifique, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Today, the problems of protecting workers against the dangers of ionizing radiation are less well understood in our African countries.

However, it is useful to assess the level of risk of exposure to ionizing radiation for people working in artisanal mining areas; by the dust emanating from these mining areas which may contain natural radioactive elements within it, of telluric origin; and There is therefore a problem of radiation protection. To do our study properly, we started by taking environmental measurements of radioactivity on the entire Twilizembe site and on the five cobalt ore fillings stored on it, then we sampled on these embankments to carry out radiochemical analyzes with a view to assessing the level of radiation protection of people working on this site, based on the theory of physical phenomena of radioactive decays occurring in different radioactive filiations (natural radioactive family). Based on the results obtained, we notice that the uranium concentration values are too low, but can have a negative impact on people in the future (in the case of stochastic effects) and hence the need to evaluate the others. aspects of exhibitions to be very precise and give a definitive conclusion to this work.

KEYWORDS: Assessment, radiation protection, exposure, people, craft, mining.

RESUME: De nos jours, les problèmes de la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants sont moins maîtrisés dans nos pays africains.

Cependant, il est utile d'évaluer le niveau des risques d'expositions aux rayonnements ionisants des personnes travaillant dans des zones minières artisanales ; par la poussière émanant de ces zones minières pouvant contenir des éléments radioactifs naturels en son sein, d'origines tellurique ; et Il se pose par conséquent un problème de radioprotection. Pour bien faire notre étude, nous avons commencé par la prise des mesures d'ambiance de la radioactivité sur tout le site de Twilizembe et sur les cinq remblais des minerais de cobalt entreposés sur ce dernier, puis nous avons échantillonné sur ces remblais pour effectuer des analyses radiochimiques en vue d'évaluer le niveau de radioprotection des personnes travaillant sur ce site en s'appuyant sur la théorie des phénomènes physiques de désintégrations radioactives se passant dans différentes filiations radioactives (famille radioactive naturelle). Partant des résultats obtenus nous remarquons que les valeurs de concentrations en uranium sont trop faibles, mais peuvent avoir de l'impact néfaste sur les personnes dans les futurs (pour les cas des effets stochastiques) et d'où la nécessité d'évaluer les autres aspects d'expositions pour être très précis et donner une conclusion définitive a ce travail.

MOTS-CLEFS: Evaluation, radioprotection, exposition, personnes, artisanat, minier.

1 INTRODUCTION

La pollution de l'environnement par les radioéléments est devenue fréquente et moins maîtrisée dans différents pays Africains. Suite aux activités minières implantées dans des zones riches en métaux recherchés, qui génèrent des grandes quantités des produits solides, gazeux et liquides dans l'environnement (AEN, 2007). Nous remarquons que, la protection de l'environnement contre les rayonnements ionisants semble être négligée au profit des employeurs, cherchant à rentabiliser la production des produits miniers recherchés (Cu, Co, Zn, Ag ... etc.) sans faire allusion aux radioéléments naturels d'origines telluriques que l'on peut retrouver sur le site minier qui émettent des rayonnements ionisants, à la protection des travailleurs contre ces rayonnements en leurs dotant des équipements adéquats et aussi sans prendre des précautions nécessaires pour protéger l'environnement contre ces derniers.

En effet, cette activité met en exergue un réel problème de santé publique, en l'occurrence la potentielle exposition des travailleurs des mines à la radioactivité (D. Delacroix, J.-P. Guerre et P. Leblanc, 2006). C'est un phénomène naturel qui a une origine cosmique et terrestre (Uranium, Thorium...) et est largement répandue dans l'environnement, particulièrement dans les formations géologiques (sols, roches, sables) (M. GOGON BOGBO DOUO LOUIS HUBERSON, 2013-2014).

Par ailleurs des études révèlent que l'exposition aux sources naturelles contribue à près de 67% de la dose de radiation de la population. Fort de cela il est important d'informer les travailleurs des mines sur la qualité de l'environnement dans lequel ils exercent, et surtout de mettre en place des techniques de surveillance dosimétrique afin d'éviter tout impact néfaste dû à la présence des radionucléides dans le sol (IRSN, 2007).

Cependant, pour avoir une idée sur les types de rayonnements émis par les radioéléments trouvés dans l'environnement, nous avons opté pour la technique d'analyse: la spectrométrie gamma pour la caractérisation des radioéléments émetteurs gamma contenus dans notre échantillon; mais comme nous n'avons pas cet appareil, nous avons utilisé la fluorescence X à dispersion d'énergie. Les minerais pulvérisés ont été analysés en utilisant des méthodes Minerai_U_Th (temps de mesure 60 sec par cible) et Paramètres fondamentaux sur poudre (temps de mesure 300 sec par cible). Les pastilles quant à elles ont été analysées par les méthodes Turboquant-Pellet (temps de mesure 300 sec par cible) Paramètres fondamentaux sur pastilles (temps de mesure 100 sec par cible).

Et savoir si les habitants vivants dans des zones minières connues ne sont pas exposés aux rayonnements ionisants (V. Archambault, G. Le Roy et B. Prugnaud, 2005); le cas du site minier de Twilizembé situé dans la ville de Kolwezi province du Lualaba en République Démocratique du Congo, où les habitants vivent presque dans une zone qui a pour activité principale, l'exploitation minière (exploitation minière industrielle et artisanale). Et voir s'ils inhalent une quantité importante des radioéléments trouvés dans les aérosols

A cet effet, suite à tous ces problèmes remarqués sur certaines zones d'exploitations minières artisanales de la province du Lualaba, nous avons proposé de faire une étude « **Evaluation du niveau de radioprotection des personnes travaillant dans l'artisanat minier: Cas du site miniers de Twilizembe** »

2 LES EXPLOITATIONS MINIÈRES ET LA RADIOACTIVITÉ

La radioactivité est la propriété qu'ont certains noyaux de se désintégrer et d'émettre spontanément des particules ou rayonnements électromagnétiques pour donner naissance à un noyau plus stable. Elle peut être d'origine artificielle ou naturelle. Elle est présente dans la croûte terrestre et par conséquent dans les sols mais à des concentrations différentes selon la structure des sols. Il est également important de signaler que les radiations émises ont la propriété d'ioniser la matière. Ainsi les exploitations minières, pratiques qui consistent à mettre en mouvement de grandes quantités de roches et de sol, sont logiquement des lieux d'exposition aux rayonnements ionisants. On peut également y adjoindre la radioactivité d'origine anthropogénique (essais nucléaires...). L'exposition des travailleurs affectés dans les exploitations minières peut provenir essentiellement de cette source d'irradiation (M. GOGON. B; 2013-2014).

2.1 FAMILLE DU THORIUM-232

Caractérisée par le nombre de masse $A=4n$, elle subsiste encore dans la nature en raison de la longue demi-vie, 1,391010 a, du père de la famille 232Th. Cette période radioactive est environ trois fois l'âge de la terre. Le 232Th est un émetteur alpha d'énergies 4,007 MeV (76%), 3,952 MeV (24%), et 3,882 MeV (0,2%). La dose efficace annuelle d'une irradiation interne causée par le 232Th est en moyenne 3 $\mu\text{Sv/a}$.

Son descendant immédiat 228Ra de période 6,7 a est un émetteur bêta d'énergie maximale 55 keV. Il est pratiquement en équilibre avec son fils 228Ac de période 6,13 h qui est lui aussi émetteur bêta avec une énergie maximale de 2110 keV. Sa désintégration s'accompagne de l'émission de plusieurs raies gamma. Le produit de cette désintégration est le 228Th de période 1,9 a, émetteur alpha d'énergies: 5,421 MeV (71%), 5,338 MeV (28%), 5,208 MeV (0,4%), 5,173 MeV (0,2%) et 5,137 MeV (0,03%). Un état d'équilibre s'établit rapidement entre le 228Th et son descendant 224Ra de courte période: 3,66 j.

Le reste de la chaîne est gouverné par le 220Rn d'une demi-vie de 54,5 s ayant des descendants qui ont tous de courtes périodes radioactives. Plusieurs raies alpha, bêta et gamma sont émises dans ce groupe. Le spectre des raies gamma s'étend des basses énergies jusqu'à 2615 keV. Le 220Rn, sous forme de gaz, peut migrer et diffuser facilement pouvant ainsi créer un état de déséquilibre dans la famille du 232Th. Mais en raison de sa très courte période son importance sur le plan exposition radiologique se trouve réduite.

La dose efficace annuelle due à l'irradiation interne causée par le groupe 228Ra $\rightarrow$ 224Ra est 13 $\mu\text{Sv/a}$. Alors que la valeur produite par le groupe 220Rn $\rightarrow$ 208Tl est 160 $\mu\text{Sv/a}$. L'irradiation externe due à la présence des radionucléides de toute la famille produit une dose efficace annuelle de 160 $\mu\text{Sv/a}$.

Le bilan de l'irradiation interne et externe due aux radionucléides de la famille du ^{232}Th , dans un milieu où règne un bruit de fond naturel, produit une dose efficace annuelle de $340 \mu\text{Sv/a}$ (UNSCEAR, 1988).

La famille du thorium se termine par un isotope stable de plomb qui est le ^{208}Pb .

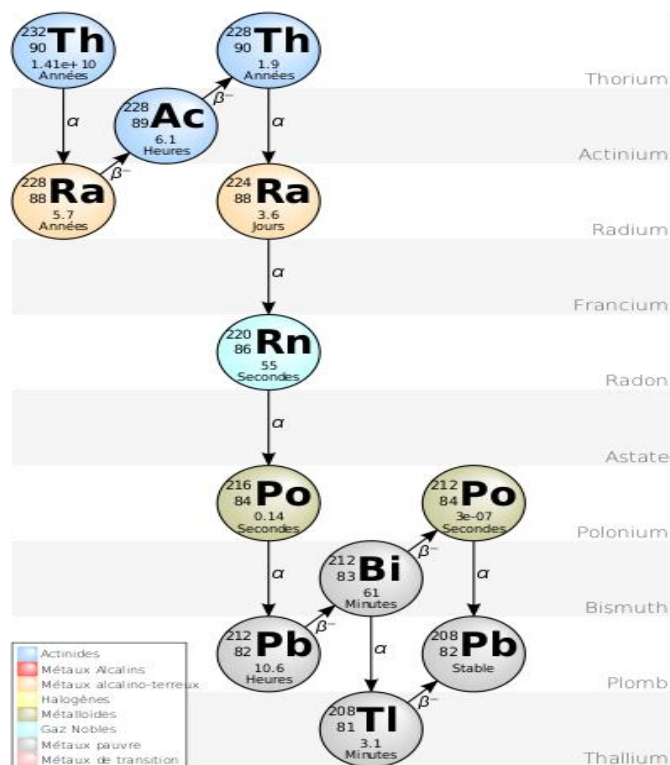


Fig. 1. Famille du Thorium-232

2.2 FAMILLE DE L'URANIUM-238

C'est la plus longue chaîne connue. Elle est caractérisée par le nombre de masse $A=4n+2$. Le père de la famille est l' ^{238}U ayant une longue période radioactive 4,49.109 a de l'ordre de l'âge de la terre. C'est le constituant principal de l'uranium naturel avec une abondance de 99,27%. Sa désintégration s'accompagne d'émission de particules alpha d'énergies : 4,195 MeV (77%), 4,147 MeV (23%) et 4,038 MeV (0,23%). Ses descendants immédiats sont ^{234}Th et $^{234\text{m}}\text{Pa}$ ayant les périodes radioactives de 24,1 j et 1,18 mn. Ces périodes sont suffisamment petites pour considérer que ces radionucléides sont en équilibre avec l' ^{238}U .

La désintégration du ^{234}Th s'accompagne d'émission de particule bêta, dont les énergies maximales sont 103 keV et 191 keV, et de rayonnements gamma. Le $^{234\text{m}}\text{Pa}$ est lui aussi émetteur bêta d'énergie maximale 2290 keV et de rayonnements gamma. Ce dernier se désintègre pour donner naissance à l' ^{234}U de période 2,48 $\times 10^5$ a qui est un émetteur alpha, dont les énergies sont 4,768 MeV (72%), 4,717 MeV (28%) et 4,6 MeV (0,3%), et gamma de faible intensité.

La dose efficace annuelle de ce groupe pour une irradiation interne est estimée à $5 \mu\text{Sv/a}$.

Le produit de désintégration de l' ^{234}U est le ^{230}Th ayant une période de 7,52104 a et émettant des particules alpha, d'énergies 4,682 MeV (76%), 4,615 MeV (24%), 4,476 MeV (0,12%) et 4,437 MeV (0,03%) et des raies gamma de très faible intensité. L'ingestion de ce radionucléide cause une dose efficace annuelle de $7 \mu\text{Sv/a}$.

Le radionucléide obtenu après sa désintégration est le ^{226}Ra de période 1622 a, émetteur alpha : 4,781 MeV (94%), 4,598 MeV (5,1%), 4,34 MeV (7,10-3%) et 4,191 MeV (10-3%). Sa désintégration vers le ^{222}Rn s'accompagne d'émission d'une raie gamma d'énergie 186 keV (3,28%). L'irradiation interne due au ^{226}Ra cause une dose efficace annuelle de $7 \mu\text{Sv/a}$.

Le ^{222}Rn est un gaz radioactif de période 3,825 j, émetteur alpha : 5,486 MeV (100%) et 4,983 MeV (8,10-2%). Ses descendants immédiats : ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi et ^{214}Po ont de courtes périodes - la plus longue est celle du ^{214}Pb : 26,8 mn - leur permettant ainsi de se mettre rapidement en équilibre avec leur père. Dans ce groupe il y a émission de particules alpha et bêta et des rayonnements gamma. Les principales raies gamma émises sont dues aux ^{214}Pb et ^{214}Bi . Le spectre de ce gamma est très large allant des faibles aux hautes énergies.

Ce groupe est très critique d'un point de vue exposition radiologique. L'inhalation des descendants du radon constitue la composante principale contribuant à la dose efficace annuelle due à l'exposition à la radioactivité naturelle. Cette contribution, très variable selon les paramètres géologiques et climatiques, est estimée à 1100 $\mu\text{Sv/a}$ en moyenne. Mais la part due au ^{222}Rn lui-même n'est que 5% de la dose totale de ce groupe. Par conséquent, ce sont les descendants immédiats du ^{222}Rn qui jouent un rôle primordial dans la radioprotection.

Au bas de la chaîne, on trouve le groupe gouverné par le ^{210}Pb ayant une période de 21,4 a et émetteur bêta avec une raie gamma de faible énergie. L'exposition interne due aux radionucléides de ce groupe cause une dose de 120 $\mu\text{Sv/a}$. L'irradiation externe due à la présence des radionucléides de toute la famille produit une dose efficace annuelle de 100 $\mu\text{Sv/a}$.

Le bilan de l'irradiation interne et externe due aux radionucléides de la famille de l' ^{238}U , dans un milieu où règne un bruit de fond naturel, produit une dose efficace annuelle de 1340 $\mu\text{Sv/a}$ (UNSCEAR, 1988). Le ^{206}Pb , qui est le plus léger des isotopes naturels du plomb, est l'isotope stable terminant la chaîne de l' ^{238}U .

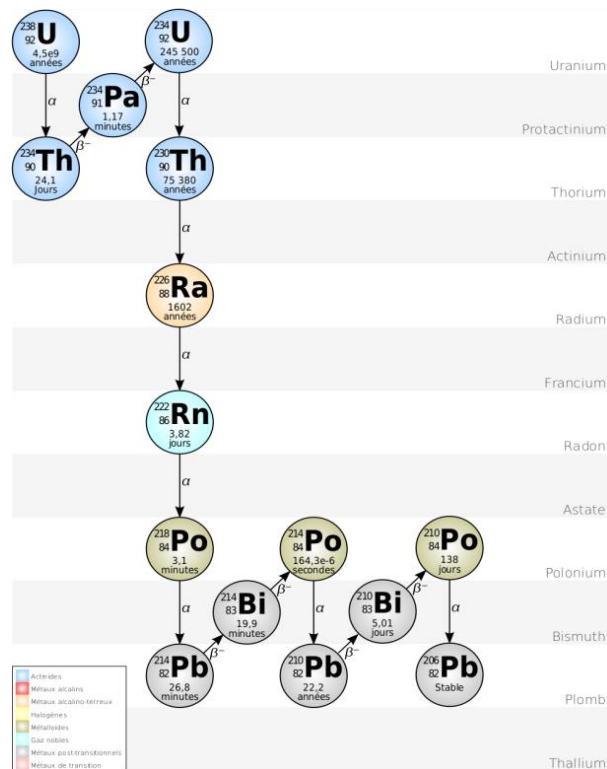


Fig. 2. Famille de l'Uranium-238

2.3 FAMILLE DE L'URANIUM-235

Cette chaîne est caractérisée par un nombre de masse $A=4n+3$. Dans la nature, elle commence par le radionucléide ^{235}U qui a la plus longue période radioactive dans la famille: 7,13108 a et une abondance isotopique de 0,72%. Dans cette famille il y a émission de particules alpha et bêta et des raies gamma. Mais sur le plan radioprotection elle ne joue pas de rôle important en raison de la faible abondance isotopique de l' ^{235}U . Cette chaîne est terminée par un isotope stable de plomb qui est le ^{207}Pb .

REMARQUE:

A côté de ces trois familles, on peut citer une quatrième entièrement disparue de la nature à cause des courtes périodes radioactives de ces différents constituants. Le nombre de masse caractérisant cette chaîne est $A=4n+1$. Le père de la chaîne est le ^{237}Np de demi-vie 2,2106 a. Tous les membres de cette famille ont pu être reconstitués artificiellement.

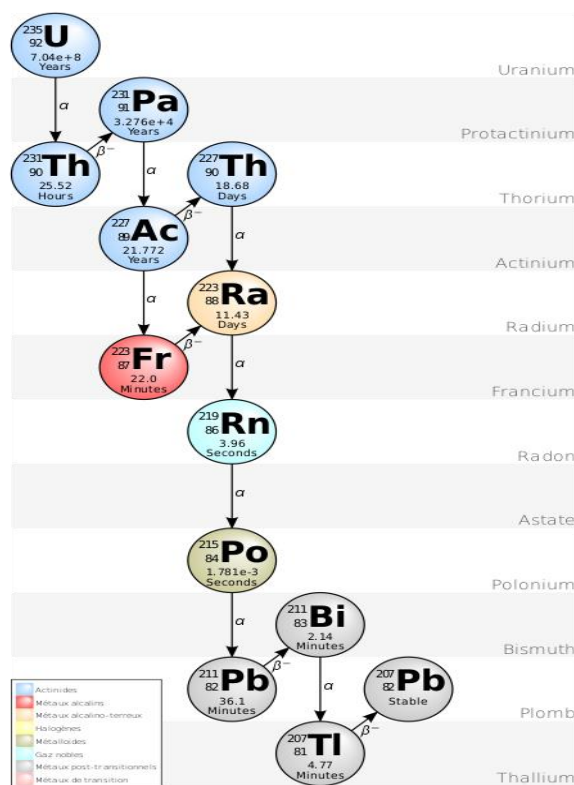


Fig. 3. Famille de l'Uranium-235

2.3.1 K Et 87Rb

Ce sont parmi les radioéléments les plus importants qui jouent un rôle dans l'exposition radioactive. Ces radionucléides ont des propriétés chimiques semblables et se désintègrent pour aboutir à des éléments stables. Leurs périodes sont respectivement 1,26109 a et 51011 a.

Le 40K constituant la source principale de radiations dans le corps humain qui contient en moyenne environ 4,4 kBq de ce radionucléide (TYKVA R. et J. SABOL, 1995). La dose efficace annuelle due à l'exposition interne par le 40K est 150 $\mu\text{Sv/a}$, celle de l'exposition externe est 180 $\mu\text{Sv/a}$. La dose efficace annuelle dû à l'exposition interne par le 87Rb est 6 $\mu\text{Sv/a}$ (UNSCEAR, 1988).

3 LES TECHNIQUES DE SURVEILLANCES DE L'EXPOSITION DANS LA MINE A CIEL OUVERT DES MINERAIS DE CUIVRE ET COBALT

La dosimétrie permet de mesurer la dose reçue par une personne exposée aux rayonnements ionisants, entre autres, dans le cadre de son activité professionnelle. C'est une exigence réglementaire imposée à l'employeur pour tout travailleur susceptible de recevoir une dose supérieure à la limite admise pour le public. C'est donc le moyen par excellence de contrôle et de surveillance de l'exposition des travailleurs. Cette surveillance de l'exposition des travailleurs vise à renforcer les principes fondamentaux de la radioprotection que sont la justification, l'optimisation et la limitation. En effet on recherche toujours l'exposition minimale nécessaire, tout en permettant au professionnel de mener à bien les missions qui lui sont confiées. C'est dans cette optique que différentes techniques ont été mises en place. Toutefois il convient de faire le choix des techniques de surveillance de l'exposition des travailleurs en fonction de l'activité professionnelle en vigueur. Ainsi, dans ce qui suit, nous donnerons quelques techniques de surveillance adaptées au travail dans les mines de cuivre et de cobalt notamment à ciel ouvert tout en se référant à ce qui se fait dans les mines d'or à ciel ouvert de Tongon au Côte d'Ivoire (M. GOGON. B; 2013-2014). Il apparaît évident que les techniques de surveillances adaptées aux mines à ciel ouvert sont celles relatives à l'exposition externe et interne, compte tenu du fait que ce type d'exploitation met en mouvement des quantités considérables de sol et par conséquent de la poussière.

3.1 DOSIMÉTRIE INDIVIDUELLE

La dosimétrie personnelle sert principalement à vérifier les doses reçues par les travailleurs. La dosimétrie individuelle fait partie de cette catégorie de dosimétrie. L'objectif de ce type de surveillance est de fournir un ensemble d'informations pouvant

être utilisées dans le cas d'exposition accidentelle d'un travailleur ou d'une maladie professionnelle. La dosimétrie individuelle se fait à l'aide de petit détecteur (généralement TLD) que porte chaque travailleur. Elle sert principalement à surveiller les expositions externes et internes subies par chaque travailleur, en continu au poste de travail, sur une période d'un (01) mois. Précisons tout de même que cette dosimétrie individuelle peut donner lieu à l'utilisation de dosimètres spécifiques tel que les dosimètres extrémités et autres. Mais pour ce qui est des mines de cobalt et de cuivre à ciel ouvert, un dosimètre corps entier porté à hauteur de la poitrine suffirait.

3.2 DOSIMÉTRIE DE FONCTION

A l'instar de la dosimétrie individuelle, la dosimétrie de fonction fait partie de la dosimétrie personnelle. La seule différence notable entre ces deux types de surveillance est que la seconde bien que tenant compte de la fonction du travailleur, n'est pas attribuée à tous les travailleurs de cette fonction. La dosimétrie de fonction est basée sur l'utilisation d'appareils portés par un échantillon de personnes représentatif des différentes fonctions existantes dans l'exploitation. Ce type de surveillance est adaptée aux fonctions qui sont telles que les expositions susceptibles d'être reçues sont considérées comme étant de même nature et de même intensité. Dans ce cas on utilise des appareils de mesure qui permettent de déterminer les niveaux moyens d'exposition interne et externe pour chacune des fonctions. Ensuite à partir du temps de travail effectif des travailleurs dans les différentes fonctions, on peut calculer les expositions ou la dose reçue par chacun d'eux. C'est une surveillance qui est conseillée dans le cas des travailleurs des mines à ciel ouvert, telle que celle de Twilizembé.

3.3 DOSIMÉTRIE D'AMBIANCE

La surveillance indirecte par mesure des débits de dose ou des concentrations de substances nucléaires en suspension dans l'air est un type de dosimétrie qui permet la surveillance de l'environnement, notamment de travail. La dosimétrie d'ambiance fait partie intégrante de ce type de surveillance. Cette technique de surveillance est basée sur le contrôle de la qualité de l'atmosphère des lieux de travail et au cours des différentes phases de travail. Elle est souvent utilisée en complément de la dosimétrie individuelle ou lorsque cette dernière est impossible à mettre en œuvre. Dans ce cas, on peut faire usage des données obtenues et y adjoindre d'autres renseignements en vue d'estimer la dose de rayonnement reçue par une personne ayant séjourné dans cette atmosphère pendant cette période. On l'observe dans les lieux d'intense activité nucléaire ou dans les lieux susceptibles d'avoir une forte concentration en radon (^{222}Rn) ou en poussières de minerai ou encore pour contrôle des niveaux d'énergie alpha potentielle due aux descendants du radon 222. Elle pourrait être par conséquent une alternative dans les mines à ciel ouvert et selon le poste de travail mais pas prioritaire compte tenu de l'aération qui règne dans ce genre d'exploitation.

3.4 LA RADIOTOXICOLOGIE

La radiotoxicologie est un type de dosimétrie personnelle car elle consiste à la surveillance individuelle des travailleurs. C'est une discipline scientifique récente qui étudie les effets directs et/ou indirects des radioéléments sur les organismes vivants et les écosystèmes. La radiotoxicologie permet la surveillance de l'exposition interne en mesurant la présence de substances radioactives dans les excréta humains. Elle donne par conséquent des résultats différés et lui confère le statut de méthode indirecte par opposition à l'anthroporadiamétrie. Ainsi en fonction des rayonnements en présence et du type d'incorporation (inhalation ou ingestion) et de la transférabilité du radioélément, l'analyse peut se faire sur des échantillons d'urine ou des selles. La radiotoxicologie est une technique de surveillance mieux adaptée aux environnements potentiellement contaminés par les poussières radioactives et susceptible d'être incorporées par les travailleurs tel le cas d'une exploitation minière à ciel ouvert. Cependant compte tenu du fait qu'elle consiste à l'analyse des selles et urines, elle est préconisée pour les radioéléments émetteurs de particules à portée relativement courte (β , α).

4 NORMES FONDAMENTALES RELATIFS A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS (CAS DE LA R.D. CONGO)

Ces normes permettent aux exploitants miniers de travailler tout en respectant l'environnement contre les rayonnements ionisants suivant les exigences de l'agence internationale à l'énergie atomique (IEIA) et nous permet de bien faire des suivis et contrôle des zones industrielles dans toute la république [9]. Qui dit:

En ses articles 2, 3 et 4 des chapitres 2 et 3 du titre 1^{er}: parle des dispositions générales:

✓ qui parle des objectifs en ses articles 2, 3 et 4 des chapitres 2 et 3 dans les lignes qui suivent:

- (a) protéger l'homme en général, le personnel sous rayonnements en particulier et l'environnement contre les effets nuisibles et indésirables des rayonnements ionisants;

- (d) permettre à l'Etat de prendre rapidement toutes les mesures utiles en vue de localiser les matières nucléaires ou radioactives, de les recouvrer si elles sont volées ou perdues et coopérer avec les autorités de sûreté pour réduire au minimum les conséquences radiologiques;
 - (f) faire respecter en République démocratique du Congo les dispositions pertinentes à la convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la convention sur l'assistance mutuelle en cas d'accident nucléaire ou d'urgence radiologique dont elle est signataire.
- ✓ En son article 3, des chapitres 3 et 4 qui parlent du champ d'application dans les lignes qui suivent:

Article 3

- toute activité impliquant un risque d'exposition à des sources de rayonnements ionisants y compris les expositions chroniques et les expositions en cas d'urgence radiologique;
- toute activité impliquant une radio-exposition, à moins qu'elle fasse l'objet d'exclusion ou d'exemption conformément à ses dispositions pertinentes.

Article 4

- La présente loi est également applicable à toutes les installations nucléaires ainsi qu'à toute matière nucléaire et radioactive, en cours d'exploitation, d'utilisation, d'entreposage ou de transport.

Et en son article 5,6 et 7 des chapitres 1 du titre 2^{er}: parle de la protection contre les dangers des rayonnements ionisants, dispositions générales:

Article 5

- Toute pratique ou toute activité impliquant une exposition aux rayonnements ionisants est soumise à une autorisation préalable.

Cette autorisation n'est accordée que si cette pratique ou cette activité est conforme aux principes fondamentaux suivants:

- ne pas impliquer des risques incontrôlables pour la santé et la sécurité des personnes exposées et de la population en général;
- devoir comporter la mise en œuvre des mesures et précautions visant à assurer de façon optimale la protection des personnes, des biens et de l'environnement;
- n'être entreprise que par des personnes qualifiées à en assurer professionnellement la responsabilité, la supervision et disposant d'infrastructures appropriées;
- être susceptible de produire un avantage net positif, maintenir l'exposition à des rayonnements au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre en tenant compte des facteurs socio-économiques existants et limiter les doses d'exposition aux niveaux fixés par la réglementation en vigueur.

Article 6

- Toute pratique ou toute activité impliquant une radio-exposition doit être conforme aux normes fondamentales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements établies, à l'échelon international sous les auspices de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Article 7

- Il est interdit d'employer des personnes de moins de 18 ans et des femmes enceintes dans toutes les activités impliquant une exposition à des sources de rayonnements ionisants.

5 METHODOLOGIE DU TRAVAIL

Le travail consiste à analyser les échantillons de sol après prélèvement et pulvérisation, pour permettre d'identifier les éléments radioactifs contenus dans ce dernier, en vue d'évaluer le niveau de la protection radiologique des travailleurs en se référant aux normes internationales de la protection radiologique publiée par la CIPR 107.

5.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Tableau 1. Résultats en U (mg/kg), Sv/h et Sv/an par échantillon de matière sèche

Echantillons		Teneur (mg/kg)	Exposition externe par kg de matière sur 1 m ² de sol et 1 m de distance	
Code APKAT	Code LCA			
CMD/KZI Lot 1	14057	45,0 ± 1,0	3,8 ± 0,108 nSv/h	32,8 ± 4,7 µSv/an*
CMD/KZI Lot 2	14058	72,01 ± 0,7	6,10 ± 0,1 nSv/h	52,6 ± 1,3 µSv/an*
CMD/KZI Lot 3	14059	10,5 ± 0,2	0,9 ± 0,02 nSv/h	7,7 ± 0,1 µSv/an*
CMD/KZI Lot 4	14060	36,7 ± 0,8	3,1 ± 0,107 nSv/h	26,8 ± 0,6 µSv/an*
CMD/KZI Lot 5	14061	8,5 ± 0,4	0,7 ± 0,03 nSv/h	6,11 ± 0,3 µSv/an*

6 DISCUSSION PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

6.1 SYNTHÈSE SUR LES RÉSULTATS

Les valeurs présentent dans le tableau ci-haut, nous montre que:

- ces dernières en Uranium obtenues et exprimées en mg/kg et montre clairement que, les teneurs en Uranium total semblent être basses, mais peuvent avoir de l'impact néfaste sur les personnes; dans la mesure où, ils vont ingérer et inhaler les éléments émetteurs de alpha et beta,
- la valeur de 72,01 ± 0,7 supposée grande, exprimée en pourcentage (%) donne: 0.007201 %, ce qui prouve qu'elle est très faible,
- et le ± 0,7; définie l'incertitude de mesure.

6.2 PRÉ-DÉTECTION RADIOMÉTRIQUE

La mesure de la prise du bruit de fond a été faite avant d'accéder sur le site, puis les mesures de pré-détection radiométriques (mesure du flux de rayonnement gamma) ont été réalisées en dynamique, en balayant une large partie du site prospecté, au moyen d'un thermo-Scientific de marque FH 40 G-L très sensibles. Ces mesures ont été réalisées selon le cas à 1 m du sol, afin d'obtenir une première évaluation de l'exposition au corps entier, et/ou au contact du sol, afin d'optimiser les chances de détection d'anomalies localisées présentes en surface; nous avons comparé le bruit de fond aux mesures de pré-détection.

Nous avons utilisé les thermo-Scientific de marque FH 40 G-L et d'un PRD de marque POLIMASTER, caractérisés par une réponse rapide. Pour un flux gamma d'intensité donné, les valeurs exprimées en coup seconde (c/s) diffèrent entre les deux appareils; ceci est dû aux caractéristiques spécifiques de chacun des détecteurs. Il existe toutefois un facteur de correspondance permettant une conversion des mesures effectuées. Dans le cadre de la présente étude, nous n'avons pas effectué de conversion et chaque appareil ayant été utilisé pour une application particulière. En effet, chacun des appareils possède ses propres avantages.

6.3 MESURES DE DÉBIT DE DOSE

Nous avons effectué des mesures à 1 m du sol, qui représentent la dose au corps entier, ainsi que des mesures au contact du sol sur les points particulièrement actifs. Ces mesures de débit de dose gamma au contact ne représentent que partiellement la dose à la peau. En effet, au contact d'un matériau riche en uranium 238 par exemple, l'exposition de la peau par les rayonnements (beta et dans une certaine mesure alpha) peut devenir très importante. Cette composante n'est pas mesurée par ces appareils utilisés pour notre étude. Et son évolution nécessiterait la réalisation de mesures spécifique dans le cadre d'un travail complémentaire.

6.4 BILAN DES MESURES RADIOMÉTRIQUES ET ANALYSES SUR FLUORESCENCE X À DISPERSION D'ÉNERGIE

5 grands remblais du site de twilizembé ont été prospectés; plusieurs mesures de flux gamma et mesures de débit de dose au moyen du thermo-Scientific de marque FH 40 G-L ont été réalisées et les valeurs ont été légèrement au-dessus du bruit de fond sur l'ensemble du site exploré.

Les mesures radiométriques et les analyses sur fluorescence X à énergie dispersive montrent que les 5 remblais présentent une faible contamination à certains points par l'Uranium total et ces produits miniers entreposés sous forme des remblais

proviennent des différentes zones minières d'exploitations artisanales de Kolwezi. Et Cette situation peut conduire à une élévation significative de l'exposition externe et de la contamination par les émetteur alpha et beta issus des familles radioactives (l'Uranium 238, 235 et du Thorium 232) des personnes qui y travaillent chaque jour et si le stockage mettait beaucoup de temps. Et nous signalons également que, si nous avons effectués les analyses sur la spectrométrie gamma, nous devrions avoir les résultats des isotopes Uranium, Thorium et leurs descendants.

MESURES RADIAMÉTRIQUES / IMPACT RADIOLOGIQUE

Concernant les dangers de l'expression des personnes à la source des radioactivités naturelle, la réglementation nationale et internationale prévoit que des mesures du suivi, de protection et d'information doivent être engagées. Concernant l'exposition du fait des activités, les normes internationales de radioprotection comportent 3 principes repris par la Directive européenne 96/26 du 13 mai 1996 (recommandations adaptées par la CIPR en 1985) et intégré dans la réglementation française (Code de la Santé publique et décret N°2002-460 du 4 Avril 2002:

- La justification: toute pratique entraînant une exposition aux rayonnements ionisants doit être justifiée par des avantages économiques et sociaux supérieurs au détriment sanitaire qu'elle est susceptible de provoquer.
- L'optimisation: toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus faible raisonnement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.
- La dose annuelle admissible: Il s'agit de la dose annuelle cumulée au-delà de laquelle le risque est jugé inacceptable. La directive EURATOM 96/29 a fixé le seuil de l'inacceptable à 1000 μSv par an pour l'exposition à l'ensemble des activités dites nucléaires (ou pratiques) c'est-à-dire des activités humaines générant une exposition en dehors de l'exposition strictement naturelle et médicale). Ce seuil concerne le total des toutes les voies d'exposition

Pour l'exposition à une seule pratique, la CIPR recommande une limite de 300 μSv par an et la réglementation européenne considère qu'une pratique a impact sanitaire négligeable si elle délivre moins de 10 μSv par an.

Dans la suite du texte, nous nous référons à ses limites (1000 μSv , 30 μSv , et 10 μSv). Chacune correspond, d'après les autorités et organismes de référence à un certain détriment qui prend essentiellement en compte les cancers et les défauts héréditaires. Ces limites ne constituent, en aucun cas, les seuils au-dessous desquels la radioactivité serait inoffensive, la proportionnalité entre dose et effet étant adaptée par la CIPR, depuis 30 ans et revendiqué depuis 1990 comme une approche non plus prudente mais correspondant) l'hypothèse la plus probable.

Les radionucléides présents à l'extérieur de l'organisme, par exemple dans un sol, peuvent en se désintégrant, émettre des rayonnements ionisants qui traversent l'air ambiant et atteignent la personne qui évolue sur le sol ou à proximité.

Dès que l'on s'éloigne de quelques dizaines de centimètres d'une source d'uranium 238 en équilibre avec ses descendants, les rayonnements gamma sont les principaux contributeurs à l'exposition externe. En effet, à cette distance le rayonnement alpha émanant de la source est totalement arrêté par les couches d'air, et une fraction importante du rayonnement bêta l'est également. Dans le cadre de cette étude préliminaire, la question des doses à la peau ne sera pas traitée beaucoup plus.

Dans le cas d'une source ponctuelle, le flux de rayonnement gamma diminue comme l'inverse du carré de la distance, l'exposition externe est donc plus importante au contact de matières radioactives qu'à distance.

L'exposition externe globale de l'organisme est évaluée par le débit de dose au corps entier mesuré habituellement à 1 m du sol et exprimé en microGray par heure. Dans le cas des rayonnements bêta et gamma, cette valeur est équivalente à la mesure de débit de dose équivalent exprimée en microSievert par heure.

RAYONNEMENT GAMMA ET L'EXPOSITION EXTERNE

Les radionucléides présents à l'extérieur de l'organisme, par exemple dans un sol, peuvent en se désintégrant, émettre des rayonnements ionisants qui traversent l'air ambiant et atteignent la personne qui évolue sur le sol ou à proximité.

Dès que l'on s'éloigne de quelques dizaines de centimètres d'une source d'uranium 238 en équilibre avec ses descendants, les rayonnements gamma sont les principaux contributeurs à l'exposition externe. En effet, à cette distance le rayonnement alpha émanant de la source est totalement arrêté par les couches d'air, et une fraction importante du rayonnement bêta l'est également. Dans le cadre de cette étude préliminaire, la question des doses à la peau ne sera pas traitée beaucoup plus.

Dans le cas d'une source ponctuelle, le flux de rayonnement gamma diminue comme l'inverse du carré de la distance, l'exposition externe est donc plus importante au contact de matières radioactives qu'à distance.

L'exposition externe globale de l'organisme est évaluée par le débit de dose au corps entier mesuré habituellement à 1 m du sol et exprimé en microGray par heure. Dans le cas des rayonnements bêta et gamma, cette valeur est équivalente à la mesure de débit de dose équivalent exprimée en microSievert par heure.

7 CONCLUSION

Ces valeurs obtenues correspondent à l'ensemble des voies d'exposition. Or, nos mesures ne concernent qu'une seule de ces voies: l'exposition externe. Aucune conclusion sur le respect des limites réglementaires ne pourra donc être tirée avant d'avoir évalué l'ensemble des autres conclusions. Par contre, dès lors que des dépassements peuvent être démontrés sur la base de la seule exposition externe, la prise en compte des autres composants de la dose ne pourra que confirmer.

Il s'avère nécessaire de prendre en considération l'ensemble des risques liés aux niveaux élevés de radioactivité naturelle, notamment de ceux concernant le radon que la population peut inhaler si les matériaux de construction utilisés ont une présence élevée en Uranium naturel dans leur habitat. La population devra être également mise en garde contre l'utilisation de telles roches comme matériaux de construction. D'où la nécessité d'approfondir avec les recherches en exploitant les autres aspects reprenant les autres voies d'expositions.

REFERENCES

- [1] AEN (2007), Le droit de la protection radiologique de l'environnement: État des lieux, ISBN 978-92-64-99001-2, OCDE/AEN, Paris.
- [2] D. DELACROIX, J.-P. GUERRE et P. LEBLANC Guides pratique de radionucléide et radioprotection, Vol. 39, 2^{ème} Edition, 2006.
- [3] D.-J.Gambini, R.Granier, G.Boisserie, Manuel pratique de radioprotection, coédition TEC&DOC lavoisier/Ed. Médicales internationales).
- [4] Décret n°05/22 du 29 mars 2005 portant règlementation de la protection contre les dangers des rayonnements ionisants de la Loi N°017-2002 du 16 Octobre 2002 portant dispositions relatives à la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et à la protection physique des matières et des installations Nucléaires, p. 2 et 7).
- [5] EC Radiation Protection No 175: Guidelines on radiation protection education and training of medical professionals in the European union, 2014.
- [6] Jean-pierre servent, Christian Gauron et Marie-Hélène Boulay; (février 2005), Les rayonnements ionisants, prévention et maîtrise du risque, IRSN, ED 958.
- [7] loi 017-2002 du 16 octobre 2002 portant dispositions relatives a la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et a la protection physique des matières et des installations nucléaires.
- [8] Houda ABBASSI, Risque classique et moyen de protection, 8ème édition PGEC – Rabat, Module VI, 28 octobre 2013 - 28 mars 2014, version 2013.
- [9] M. GOGON BOGBO DOUO LOUIS HUBERSON, Etude par spectrométrie gamma d'échantillon de sol issu d'une mine d'or en Cote d'Ivoire, Formation Supérieure Régionale en Radioprotection et Sécurité des Sources de Rayonnements Ionisants (PGEC), 8ème Edition Rabat – Maroc 2013 – 2014,.
- [10] NB Euratom: Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.
- [11] NRPB-R245: Committed Equivalent Organ Dose and Committed Effective Doses from Intakes of Radionuclides, 1991.
- [12] Publication 103 de la CIPR de l'année 2007.
- [13] UNSCEAR, 1988, 'Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation', New York, NY: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.
- [14] TYKVA R. et J. SABOL, 1995, 'Low Level Environmental Radioactivity, Sources and Evaluation', Technomic Publishing Company, Inc.
- [15] V. Archambault, G. Le Roy, B. Prugnaud, « Dosimétrie passive: introduction d'un nouveau dosimètre basé sur la technologie OSL* », Radioprotection, 2005, vol. 40, n°4, p.503 à 507.



MBWEB KATSHIL Patrick, Licencié en Chimie industrielle de l'Université de Lubumbashi (République Démocratique du Congo) en 2008. Il est actuellement attaché de recherche au COMMISSARIAT GÉNÉRAL A L'ÉNERGIE ATOMIQUE / DR CONGO. Depuis 2008, il donne des conférences et des séminaires en chimie à l'université publique de D.R. Congo. Spécialiste en radioprotection et sécurité des sources de rayonnements ionisants formé par l'école d'ingénieur Mohammedia et le Centre national de l'énergie, des sciences et de la technologie CNESTN, Maroc. Lubumbashi le 19 Avril 1984.



LWAMBA ILONDA Robert, Chimiste, Campus Universitaire de Kinshasa à la Faculté des Sciences, Chef des activités de pour analyse et l'émission des certificats COMMISSARIAT GÉNÉRAL DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE / D.R CONGO. Kavumu Le 02 février 1953.

Étude des facteurs de risques de rayonnements ionisants sur les personnes travaillant dans les sites miniers artisanaux : Cas de l'ancien site Musompo

[Study of the risk factors of ionizing radiation on people working in artisanal mining sites: Case of the former Musompo site]

Robert Lwamba Ilonda and Patrick Mbweb Katshil

Commissariat Général à l'Energie Atomique, Ministère de la Recherche Scientifique, Technologique et Innovation,
Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2020 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 risk factors of ionizing radiation on people working in the artisanal mining sector seem to be neglected due to the lack of information for workers in this trading center.

These intense mining activities observed on the latter generate large quantities of aerosols in the environment due to the particle size reduction that takes place there and we note that inhalation and ingestion by the latter is inevitable; especially during the dry season; in addition, there is a risk of irradiation and contamination by radioelements which could be contained in the aerosols and which would cause transformations of certain organs of the body due to their levels of radiosensitivity.

To this end, to have more details on the probability of the risk due to the contamination and the irradiation of these radioactive elements which would be contained in these aerosols, we have opted as a research technique based on observation, interview and questioning all the people working directly on this site as well as taking measurements of ambient radioactivity levels. The results obtained show that, in general, the values of the ambient radioactivity levels taken are fair but exceed $0.5 \mu\text{Sv/h}$, which is the limit value accepted by ICRP 103 (international commission on radiological protection) for persons of public and published in 2007; and recommend a worker dosimetric monitoring program to prevent any risk of contamination and exposure.

KEYWORDS: Study of factors, risks, ionizing radiation, person, mining crafts, musompo.

RESUME: Les facteurs de risques de rayonnements ionisants sur les personnes qui travaillent dans le secteur minier artisanal semblent être négligés suite au manque d'information des travailleurs de ce centre de négoce.

Ces activités minières intenses remarquées sur ce dernier génèrent des grandes quantités d'aérosols dans l'environnement à cause de la réduction granulométrique qui s'y effectue et nous remarquons que l'inhalation et ingestion par ces derniers est inévitables; surtout pendant la saison sèche; en plus, il y a risque d'irradiation et de contamination par les radioéléments qui pourraient être contenu dans les aérosols et qui causeraient des transformations des certains organes du corps suite à leurs niveaux de radiosensibilité.

A cet effet, pour avoir plus des détails sur la probabilité du risque dus à la contamination et l'irradiation de ces éléments radioactifs qui seraient contenus dans ces aérosols, nous avons opté comme technique de recherche basée sur l'observation, l'interview et le questionnement de toutes les personnes travaillant directement sur ce site ainsi qu'au prélèvement des mesures de taux de radioactivité ambiante. Les résultats obtenus montre, qu'en général, les valeurs des taux de radioactivités ambiante prises sont passables mais dépassent $0,5 \mu\text{Sv/h}$, qui est la valeur limite admise par la CIPR 103 (commission internationale de protection radiologique) pour les personnes du publics et publiée en 2007; et recommandons un programme de suivi dosimétrique des travailleurs pour prévenir tout risque de contamination et d'exposition.

MOTS-CLEFS: Etude des facteurs, risques, rayonnements ionisants, personne, artisanat miniers, musompo.

1 INTRODUCTION

Suite aux activités humaines qui se déroulent sur le site de négoce, nous remarquons qu'il y a production des quantités énormes des polluants solides dus à ces activités (réduction granulométrique, entreposage ... etc.). Cette dernière développée dans la ville de Kolwezi, située dans la province du Lualaba en République Démocratique du Congo s'effectue à grande échelle et la sensibilisation sur la protection contre le danger des rayonnements ionisants semble être négligées par les travailleurs en jetant les tenues de protection individuelle appelée EPI et en mangeant à l'intérieur des dépôts miniers; hors des matières radioactives peuvent contaminer des personnes par inhalation, ingestion ou contact, de par leur forme physico-chimique (gaz, vapeur, aérosol de particules) (D.Delacroix, J.-P.Guerre et P.Lebanc, 2006).

Une fois incorporée, une partie de cette contamination sera éliminée par l'organisme. Le reste se fixera sur des organes cibles (Publication NRPB-R245, 1991) et (D.-J.Gambini, R.Granier et G.Boisserie, Manuel pratique de radioprotection, coédition TEC&DOC lavoisier/Ed. Médicales internationales).

2 QUELQUES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES SUR LES INTERACTIONS RAYONNEMENTS-MATIÈRE

En s'intéressant à l'interaction des particules α , β et γ avec la matière, qui constitue un vaste sujet que nous allons aborder partiellement pour s'informer; et les applications de ces interactions sont à l'origine:

- Des détecteurs de particules (les particules ne sont décelables que par leur interaction avec la matière)
- Des applications médicales (radiothérapie par exemple)
- De l'élaboration de mesures de radioprotection
- Du dégagement de chaleur dans les centrales nucléaires
- ... etc.

2.1 ASPECTS QUALITATIFS

Les interactions particules-matière sont liées au transfert d'énergie de la particule vers les atomes de la matière que voici:

- Pour la particule émise lors d'une désintégration radioactive: ralentissement par perte d'énergie et éventuellement diffusion (changement de direction). Certaines particules peuvent même être absorbées complètement
- Pour la matière, par l'absorption d'énergie qui conduit à l'excitation ou l'ionisation des atomes. On assiste ensuite au retour à l'état fondamental par l'émission de rayonnement X (réarrangement du cortège électronique) qui peut conduire à de la fluorescence (émission de lumière visible) ou encore à des électrons Auger.

2.2 INTERACTION DES PARTICULES ALPHA

Les particules alpha sont des particules lourdes, constituées de deux protons et deux neutrons, et sont ainsi des particules semblables au noyau d'hélium. L'énergie de ces particules se situe généralement entre 4 MeV et 10 MeV. Les particules alpha ne traversent pas facilement la matière (on dit qu'elles sont peu pénétrantes), car elles transfèrent rapidement toute leur énergie aux premiers atomes qu'elles croisent sur leur chemin. Ces particules produisent ainsi une grande densité d'ions sur de très petites distances.

Les distances varient légèrement en fonction des énergies, mais de façon générale, les particules alpha sont arrêtées par:

- Une feuille de papier
- 1 mm d'eau
- 2 cm d'air
- L'épiderme (la couche superficielle de la peau)

En raison de l'énergie qu'elle possède, de sa masse élevée et de sa double charge positive, les particules alpha sont très ionisantes et peuvent être particulièrement dommageables lorsqu'elles sont émises à partir de l'intérieur du corps. Il est donc très important de se protéger devant l'incorporation de ces particules à l'intérieur de l'organisme.

2.3 INTERACTION DES PARTICULES BÊTAS

2.3.1 BÊTA NÉGATIVE

L'énergie moyenne des particules bêta varie dans de grandes proportions, allant par exemple de 5,7 keV pour le tritium à 1710 keV pour un émetteur bêta comme le phosphore-32. Les énergies bêta sont toutefois généralement très inférieures aux énergies des particules alpha.

Ces particules vont pénétrer la matière jusqu'à ce que leur énergie se soit complètement dissipée à travers des processus d'ionisation, d'excitation électronique ou de rayonnement de freinage.

Les électrons étant des particules légères, les particules bêtas négatives sont plus pénétrantes que les particules alpha. À énergie semblable, les particules bêta vont ainsi produire moins d'ions par unité de distances que les particules alpha (elles transfèrent leur énergie sur une plus grande distance).

Selon leur énergie, ces particules peuvent pénétrer jusqu'à 1 cm d'eau, parcourir 2 m dans l'air, et elles parcourent en moyenne moins de 5 mm/MeV. Une feuille d'aluminium de six millimètres d'épaisseur peut arrêter la plupart des particules bêtas.

2.3.2 BÊTA POSITIVE

La désintégration d'un noyau peut mener à l'émission d'une particule bêta positive (positon), qui possède la même masse que l'électron, mais qui est de charge positive. Ces particules dissipent leur énergie comme les particules bêta négatives, à la différence près qu'elles produiront vers la fin de leur parcours deux photons gamma (de 511 keV chacun) par des processus d'annihilation.

2.4 INTERACTION DU RAYONNEMENT GAMMA

Le rayonnement gamma est composé de photons, analogues aux photons visibles, mais qui sont beaucoup plus énergétiques. Les photons étant des particules sans masse ni charge, ils interagissent moins facilement avec la matière que les particules alpha et bêta. Ainsi, ils voyagent plus en profondeur dans la matière (tissus organiques, eau, air, etc.): on dit qu'ils sont beaucoup plus pénétrants que les particules alpha ou bêta.

Contrairement aux particules alpha qui sont arrêtées par l'épiderme de notre peau ou aux particules bêta qui ne traverseront les autres couches de notre peau, les rayons gamma pourront entraîner une exposition des organes internes (notez toutefois que des rayons gamma peuvent traverser le corps humain de part en part sans qu'il n'y ait d'interaction).

L'intensité des photons gamma est atténuée par les matériaux denses composés d'atomes avec un numéro atomique élevé, comme le plomb et le béton. En fonction des caractéristiques du photon, nous avons retenu trois types d'interactions de photons avec la matière qui sont:

L'EFFET PHOTO ÉLECTRIQUE

C'est un processus par lequel le photon incident, d'énergie $h\nu$, cède toute son énergie à un électron des couches profondes qui est alors éjecté de l'atome: il y a absorption totale du photon et ionisation de l'atome:

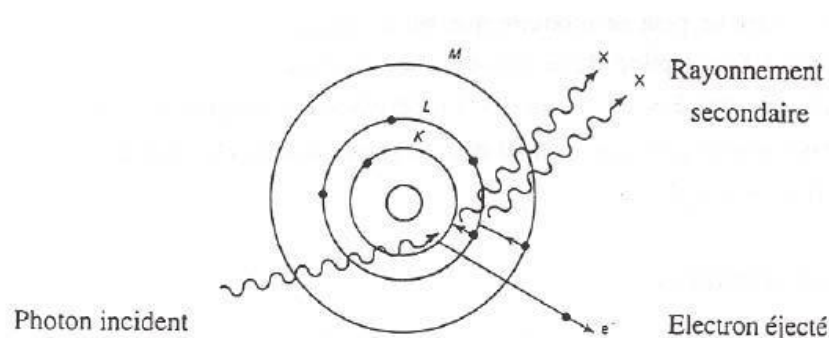


Fig. 1. Effets photo-électriques

L'énergie de l'électron est égale à l'énergie du photon incident moins l'énergie de liaison de l'électron qui a été éjecté:
 $E_e = h\nu - W_e$. L'atome réorganise ensuite son cortège électronique provoquant l'émission d'un rayonnement X secondaire.

LA DIFFUSION COMPTON

Le photon incident cède une partie de son énergie à un électron des couches périphériques de l'atome, qui est éjecté. Il apparaît un nouveau photon diffusé, d'énergie $h\nu' < h\nu$. Il y a donc diffusion du photon incident et ionisation de l'atome.

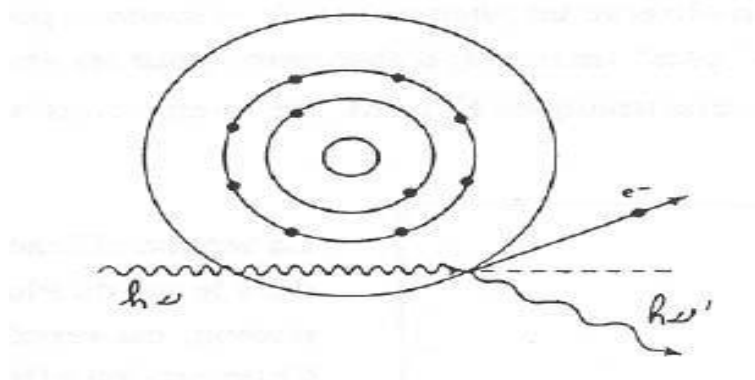


Fig. 2. La diffusion Compton

L'énergie du photon incident est répartie sous la forme d'énergie cinétique apportée à l'électron et d'énergie du photon diffusé: $h\nu = E_e + h\nu'$ (on néglige ici l'énergie de liaison de l'électron des couches périphériques).

LA CRÉATION DE PAIR $e^+ e^-$

C'est un processus par lequel le photon incident disparaît, son énergie se matérialisant pour donner naissance à une paire e^+e^- :

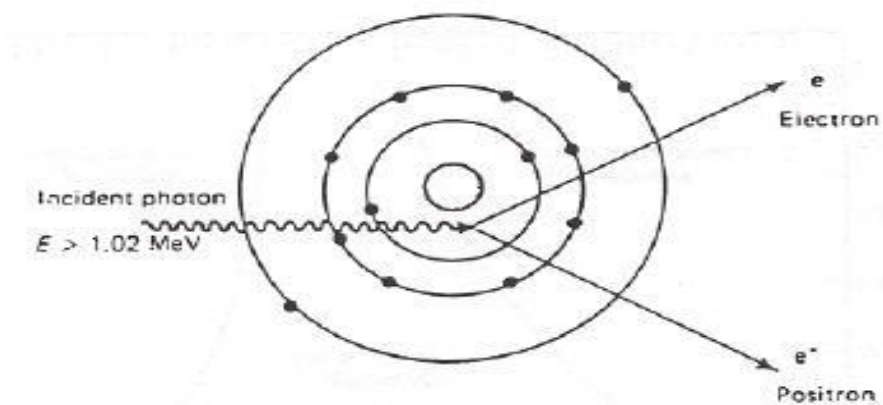


Fig. 3. La création des Paires

Pour que ce processus ait lieu, le photon doit avoir une énergie supérieure au seuil de création e^+e^- , i.e. $h\nu > 2 \times 0,511 \text{ MeV}$.

3 IMPORTANCE RELATIVE DES TROIS PROCESSUS

En fonction de l'énergie du photon incident, l'interaction photon-matière se fera préférentiellement par effet photoélectrique, diffusion Compton ou encore par création de paires. La figure ci-contre représente la probabilité d'interaction des photons dans le plomb, en fonction de leur énergie. Cette probabilité s'appelle la section efficace et sera définie au paragraphe suivant.

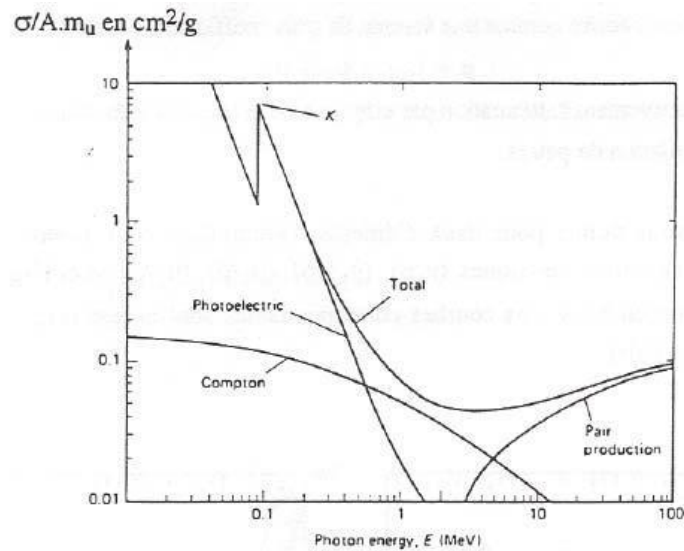
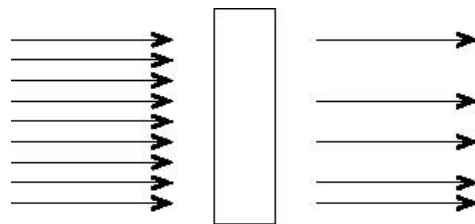


Fig. 4. La probabilité d'interaction des photons dans le plomb, en fonction de leur énergie

3.1 ATTÉNUATION D'UN FAISCEAU DE PHOTONS PAR LA MATIÈRE

Du point de vue macroscopique, un faisceau de photons va être atténué lors de son passage dans la matière. Le nombre de photons n'ayant subi aucune interaction suit une loi de décroissance exponentielle, similaire à la loi de décroissance des noyaux. En notant N_0 le nombre de photons initial (à gauche) et $N(x)$ le nombre de photons n'ayant subi aucune interaction dans un matériau d'épaisseur x (à droite): $N(x) = N_0 \times e^{-\mu x}$



Faisceau de photons

Fig. 5. Faisceaux de photons

On peut noter que si un photon survit au passage dans la matière, il a une énergie égale à son énergie initiale.

Le coefficient μ s'appelle le coefficient d'atténuation linéique. Il s'exprime comme l'inverse d'une longueur.

Ce coefficient est le produit de deux termes: $\mu = n \times \sigma$, où:

n est le nombre de noyaux par unité de volume dans la matière (cm^{-3}).

σ est la probabilité d'interaction des photons dans la matière. Elle a la dimension d'une surface (cm^2). La section efficace varie énormément en fonction de l'énergie des photons et de la nature du matériau. Cependant, l'évaluation du risque ne porte pas sur des ppm en terme de concentration, mais sur l'évaluation de l'énergie déposée par ionisation sur les tissus après contamination; Soumettre le personnel à une exposition externe (V. Archambault, G. Le Roy et B. Prugnaud, 2005).

La problématique de prévention est alors utilement comparable à celle du risque « bruit acoustique », puisque le modèle conceptuel de la prévention se résume en trois mots: écran, distance, temps et ceci, c'est pour des mesures d'atténuations. (EC Radiation Protection No 175, 2014). L'action sur le terme source doit être envisagée au même titre que ci-dessus. Bien évidemment, l'évaluation du risque doit permettre de caractériser toutes les composantes du rayonnement et la mise en œuvre des écrans doit prendre en compte tous les rayonnements qui résultent de cette caractérisation (Jean-Pierre Servent, Christian Gauron et Marie-Hélène Boulay, 2005).

4 EFFETS DES RAYONNEMENTS IONISANTS SUR LES ÊTRES VIVANTS

La cellule est détruite si l'irradiation est intense (ex: stérilisation par irradiation aux neutrons). Si l'irradiation est plus faible, on assiste à la création de radicaux libres (H_2O_2) au sein de la cellule, qui conduira à une altération des bases.

Si le patrimoine génétique de la cellule est modifié, celle-ci peut être détectée comme non-conforme et détruite. Dans le cas où la cellule survit, elle sera amenée tôt ou tard à se reproduire. Là encore, deux cas de figures se présentent:

- Le nouveau gène est récessif et les nouveaux caractères ne seront pas transmis,
- Le nouveau gène est dominant et les nouvelles cellules auront la fonctionnalité liée à la mutation génétique.

Ce dernier cas conduit parfois à l'apparition de cancers.

4.1 QUANTIFICATION DE L'IRRADIATION ET UNITÉS

Nous présentons quelques unités qui causent des dégâts sur les vivants

- Activité: nombre de désintégrations par seconde, unité Becquerel,
- Dose: énergie déposée en Joules par kg, unité Gray.

Mais ces unités rendent-elles bien compte des dégâts sur le vivant ?

4.2 IMPORTANCE DE LA NATURE DES RAYONNEMENTS EN JEU ET DOSE ÉQUIVALENTE

Les explosions nucléaires de Hiroshima (n) et Nagasaki (γ) ont donné lieu à des études de la mortalité engendrée par l'exposition à des doses intenses.

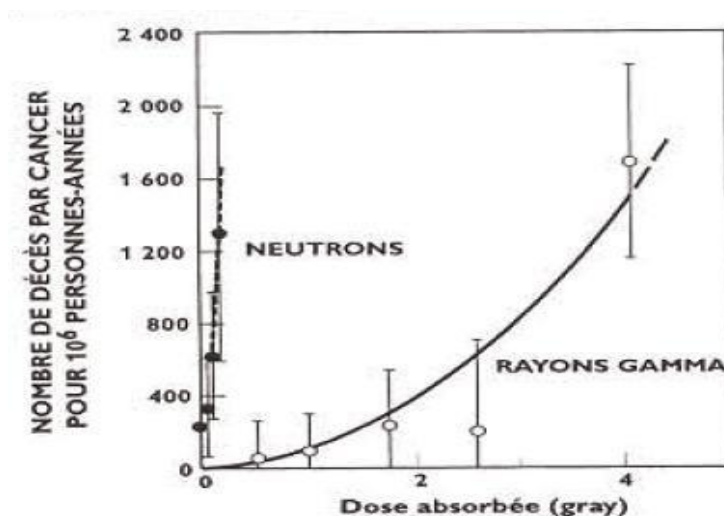


Fig. 6. Nature de rayonnement sur l'organisme

Il apparaît nettement qu'à dose égale, les dégâts sont considérablement plus importants dans le cas d'une exposition aux neutrons. Il faut donc tenir compte de la nature des rayonnements dans l'évaluation de l'impact d'une exposition à la radioactivité. On introduit pour ce faire un facteur de pondération radiologique W_R :

Tableau 1. Valeurs de facteurs de pondération radiologiques

Type et gamme d'énergie	Facteur de pondération radiologique W_R
- Photons, toutes énergies	1
- Électrons et muons, toutes énergies	1
- Neutrons, énergie de moins de 10 keV	5
- Plus de 10 à 100 keV	10
- Plus de 100 keV à 2 MeV	20
- Plus de 2 MeV à 20 MeV	10
- Plus de 20 MeV	5
- Protons, autres que les protons de recul, énergie supérieure à 2 MeV	5
- Particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds	20

On définit la dose équivalente qui tient compte de la nature du rayonnement par: $H = \sum W_R \times D$. L'unité de dose équivalente est le Sievert (Sv).

Si on a plusieurs types de rayonnements, on prend en compte toutes les contributions: $H = \sum W_R \times D_R$ où

D_R est la dose déposée par le rayonnement R.

4.3 IMPORTANCE DE LA NATURE DES TISSUS IRRADIÉS

Par exemple, Pour 100 cancers radio-induits dans une population humaine irradiée de façon homogène par des photons gamma, on observera 12 cancers pulmonaires, 5 cancers du sein et un cancer de la peau. Ceci amène à introduire un facteur de pondération tissulaire W_T , permettant de rendre compte des effets différents selon la nature des tissus irradiés:

Tableau 2. Valeurs de facteurs de pondération tissulaire

Tissu ou organe	Facteurs de pondération tissulaire W_T
Gonades	0,20
Moelle rouge	0,12
Colon	0,12
Poumons	0,12
Estomac	0,12
Vessie	0,05
Seins	0,05
Foie	0,05
Œsophage	0,05
Thyroïde	0,05
Peau	0,01
Surface des os	0,01
Autres	0,05

On rappelle que la dose équivalente pour un tissu T est H_T le rayonnement R dans le tissu T.

Si on intègre sur le corps entier, on obtient la dose efficace aussi en Sievert.

$H_T = \sum W_R \times D_{R,T}$ où $D_{R,T}$ est la dose déposée par unité de masse

$E = \sum W_T \times H_T$. La dose efficace s'exprime Sievert

En effet, le boom minier dans le grand Katanga contribue beaucoup aux effets de rayonnements ionisants sur l'environnement et sur la population qui subit des effets de faibles doses de radioactivité qu'émet les produits miniers tel que le minerai de Cobalt, de Cuivre, d'étain et autres.

La protection radiologique de l'environnement repose sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (Publication 103 de la CIPR de l'année 2007) qui professe aujourd'hui que les mesures prises pour protéger l'homme des rayonnements assurent une protection suffisante aux autres espèces du fait que l'homme vit dans le même environnement et mange des aliments qui en proviennent (AEN, 2007).

L'objectif de notre étude est de:

- Faire voir aux personnes travaillantes dans le domaine de l'artisanat minier qu'ils courent le risque de contamination et d'irradiations lorsqu'ils sont sans aucune protection. D.Delacroix, J.-P.Guerr et P.Lebanc vers l'année 2006;
- Evaluer le niveau de la contamination par les aérosols issus des activités de réductions granulométriques effectuées sur le site (2013-2014; cours de dosimétrie interne);
- Et proposer un bon système de travail pour éviter de contracter des maladies causées par les rayonnements ionisants tout en respectant les principes fondamentaux ci-après, publiés par la CIPR 103 de l'année 2007 ainsi que par: justification, optimisation et limitation des doses individuelles.

Les tableaux ci-dessous, nous donnent les limites des doses qui permettent de classer les zones de radioprotection telles que recommandées par la CIPR 103 de l'année 2007.

Tableau 3. Subdivision des zones en fonction des débits des doses

Type des zones	Dose efficace susceptible d'être reçue (E)	Débit d'équivalent de dose (H')	Dose équivalente (He)
Local attenant aux zones surveillées et contrôlées	<80μSV /MOIS	-	-
Zone surveillée	<7,5μSV EN 1H	-	<0,2MSV EN 1H
Zone contrôlée verte	7,5<E<25μSV EN 1H	-	0,2<HE<0,65MSV EN 1H
Zone contrôlée jaune	<2MSV EN 1H	<2MSV/H	<50MSV EN 1H
Zone contrôlée orange	<100MSV EN 1H	<100MSV/H	<2,5 SV EN 1H
Zone contrôlée rouge	> OU = 100MSV EN 1H	> OU = 100MSV/H	> OU 2,5 SV EN 1H

E: dose efficace;

He: dose équivalente extrémités (mains, avant-bras, pieds, chevilles);

H': débit d'équivalent de dose maximale.

Tableau 4. Classification des travailleurs en fonction des doses annuelles absorbées

Organe	Limites d'exposition annuelles sur 12 mois consécutifs		
	Public	Apprentis 16 à 18 ans	Travailleurs
Corps entier	Dose < ou = 1 mSv	Dose < ou = 6 mSv	Dose < ou = 20 mSv
Extrémités (mains, avant-bras, pieds, chevilles)	50 mSv	150 mSv	500 mSv
Cristallin	15 mSv	50 mSv	150 mSv

5 MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL

Le travail consiste à identifier sur base de l'observation, l'interview et le questionnement de toutes les personnes travaillantes directement sur ce site ainsi qu'à la prise des mesures de taux de radioactivité ambiant à l'aide d'un radiamètre de type PDR et de marque POLIMASTER pour comparer aux valeurs limites prescrites par la réglementation internationale en matière de radioprotection sur l'environnement et les personnes qui y travaillent. Et nous allons présenter les risques que l'organisme de ces travailleurs encours lorsqu'ils travaillent pendant beaucoup de temps et mange dans les dépôts miniers sans protection.

6 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

6.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Tableau 5. DEPOT A

Bruit de fond (BF): 0,16 μ Sv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) μ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,37 μ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	2,28 μ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	0,84 μ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,64 μ Sv/h	-	-	Acceptable

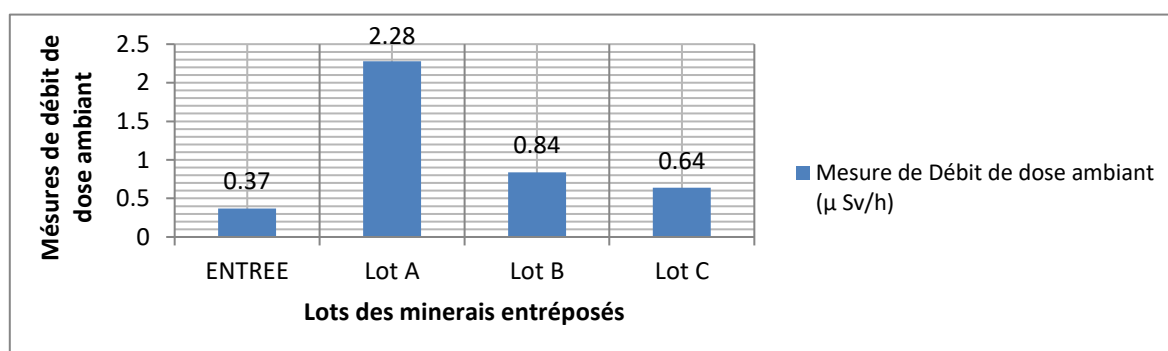


Fig. 7. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de minerais entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 6. DEPOT B

Bruit de fond (BF): 0,17 μ Sv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) μ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,27 μ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	2,27 μ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	1,21 μ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	1,75 μ Sv/h	-	-	Acceptable

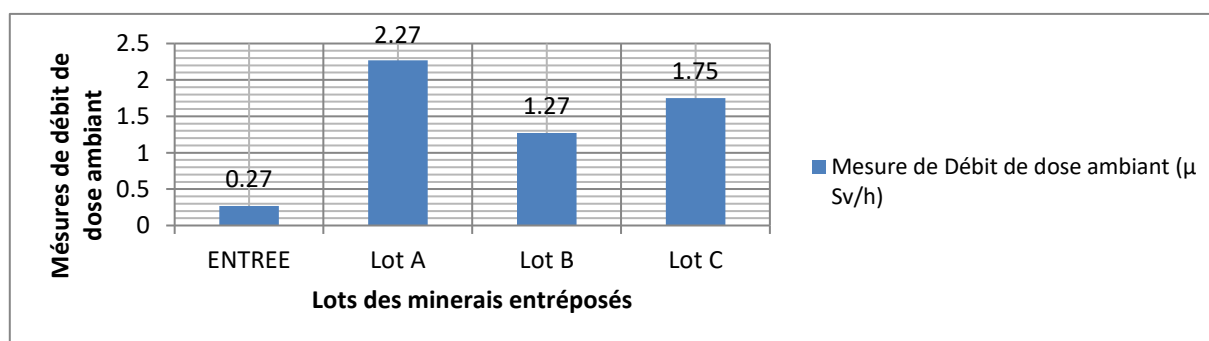


Fig. 8. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de minerais entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 7. DEPOT C

Bruit de fond (BF): 0,27µSv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) µ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,41 µ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	0,71 µ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	0,85 µ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,96 µ Sv/h	-	-	Acceptable

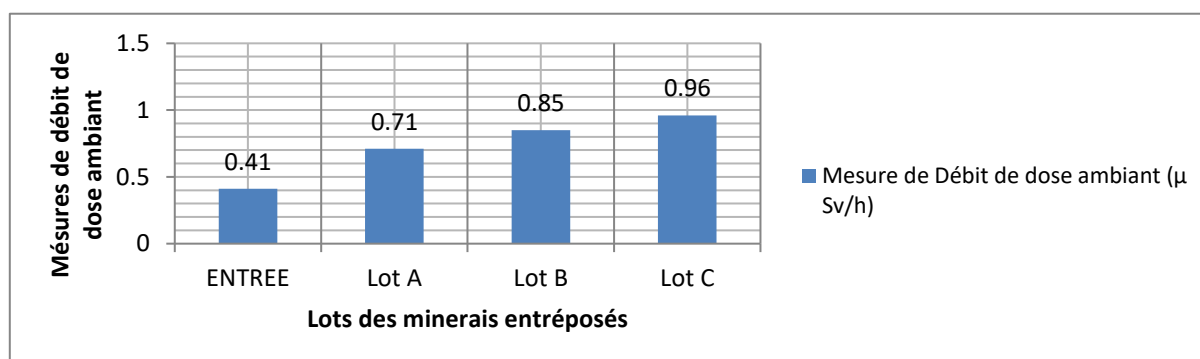


Fig. 9. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de minerais entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 8. DEPOT D

Bruit de fond (BF): 0,23µSv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) µ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,47 µ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	0,97 µ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	1,28 µ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,54 µ Sv/h	-	-	Acceptable
5	Lot D	-	1,97 µ Sv/h	-	-	Acceptable

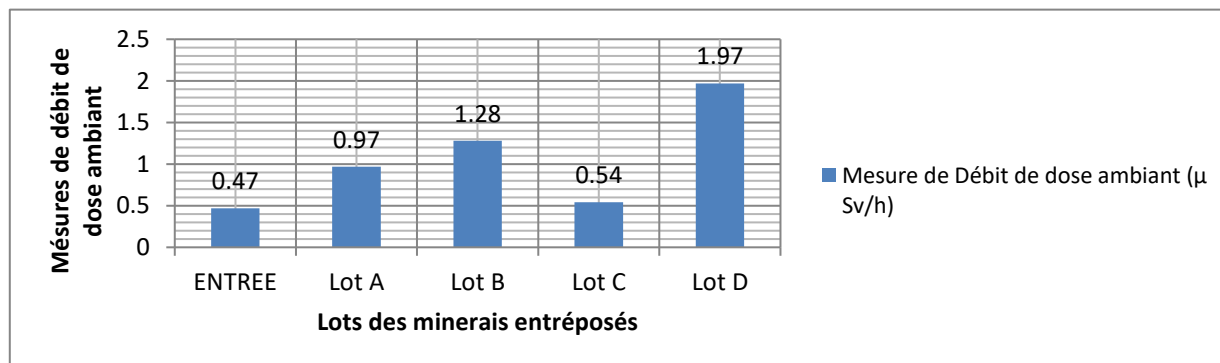


Fig. 10. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de minerais entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 9. DEPOT E

Bruit de fond (BF): 0,10 μ Sv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) μ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,13 μ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	0,31 μ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	0,47 μ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,71 μ Sv/h	-	-	Acceptable
5	Lot D	-	1,46 μ Sv/h	-	-	Acceptable

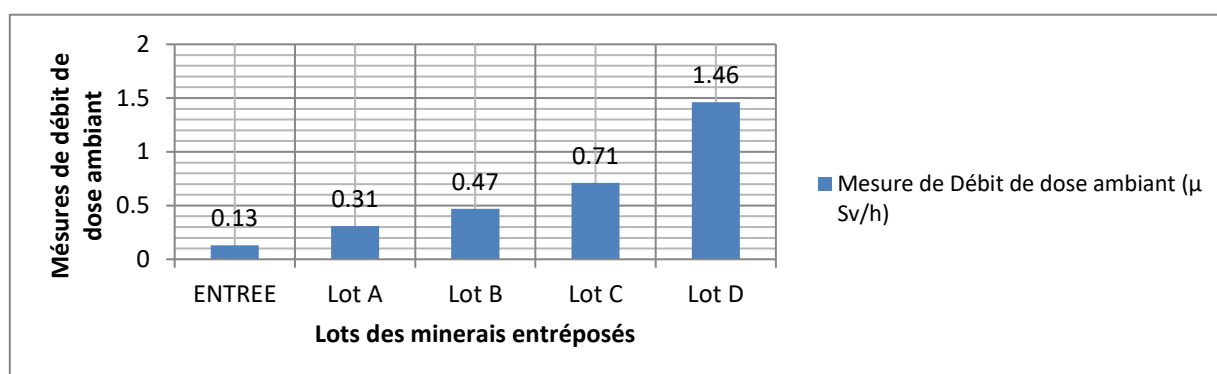


Fig. 11. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de mineraux entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 10. DEPOT F

Bruit de fond (BF): 0,16 μ Sv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) μ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,28 μ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	0,47 μ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	0,36 μ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,64 μ Sv/h	-	-	Acceptable
5	Lot D	-	0,29 μ Sv/h	-	-	Acceptable
6	Lot E	-	0,70 μ Sv/h	-	-	Acceptable

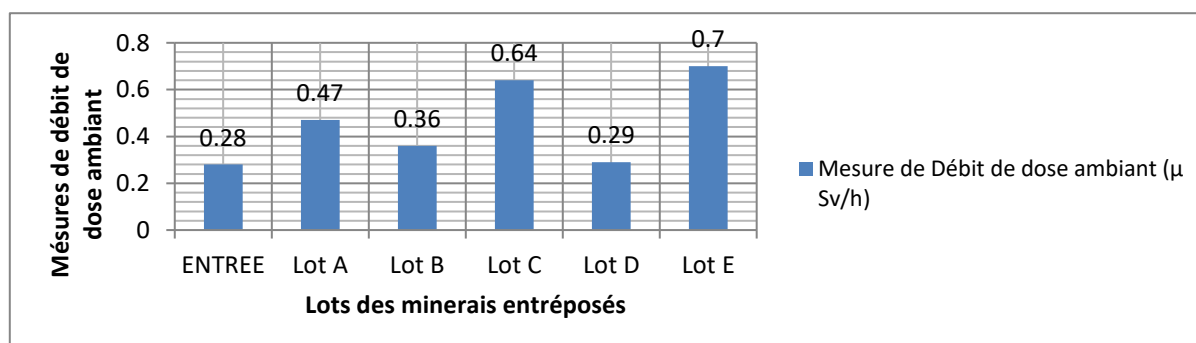


Fig. 12. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de mineraux entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 11. DEPOT G

Bruit de fond (BF): 0,15µSv/h

N	Lot	Produits	Mesure de Débit de dose (ambiance) µ Sv/h	Radionucléides	Teneurs en ppm	Observation
DEPÔT						
1	ENTREE	-	0,25 µ Sv/h	-	-	Acceptable
2	Lot A	-	0,64 µ Sv/h	-	-	Acceptable
3	Lot B	-	0,95 µ Sv/h	-	-	Acceptable
4	Lot C	-	0,56 µ Sv/h	-	-	Acceptable

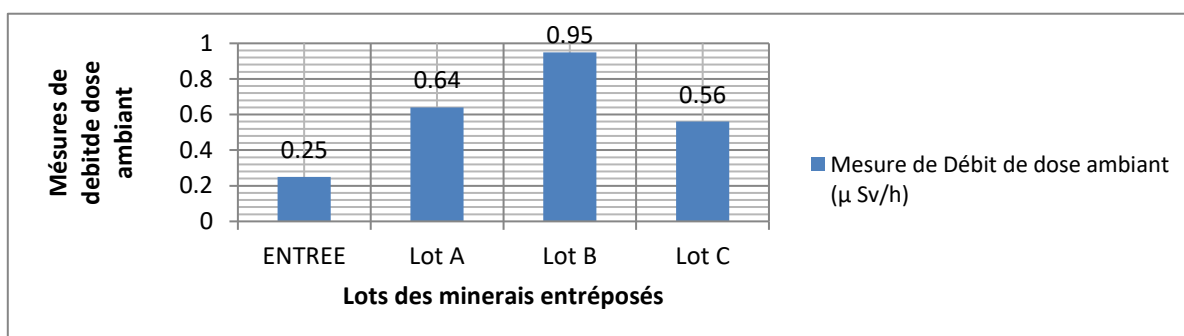


Fig. 13. Mesures de débit de dose ambiant en fonction des lots de minerais entreposés dans le dépôt miniers

Tableau 12. Synthèse des résultats de prise de taux radioactivité ambiant

Nbre	Dépôt	Bruit de fond (µSv)	Valeur réelle mesuré et limité inférieure -Supérieure	Nombre des lots ou points contrôles	Nombre des lots ayant des valeurs supérieures à 0.5 µSv/h	Pourcentage (%) des lots ou points de contrôles dépassant 0.5 µSv/h
1	A	0,16	0,37 – 2,28	4	3	75
2	B	0,17	0,27 – 2,27	4	3	75
3	C	0,27	0,41 – 0,96	4	3	75
4	D	0,23	0,47 – 1,97	5	4	80
5	E	0,10	0,13 – 1,46	5	2	40
6	F	0,16	0,28 – 0,70	6	2	33,33
7	G	0,15	0,25 – 0,95	4	3	75

6.2 INTERPRÉTATION ET DISCUSSIONS

- Le tableau n°12 ci-haut, présente les mesures de taux de radioactivité prise sur différents point à l'entrée et à l'intérieur des dépôts miniers; et montre qu'en général, les valeurs radioactives prises sont passables, mais dépassent 0,5 µSv/h qui est la valeur limite admise pour les personnes du publics;
- En considérant ces résultats, le personnel des dépôts miniers risquent d'être considéré comme personnes du public suite aux valeurs prises sur terrain, or ils sont catégorisés B et ne doivent pas dépasser une radioactivité de 6mSv/an en raison de 2000 heures/an de travail, soit une moyenne de 3 µSv/h et cette théorie est publié par le guide pratique de radionucléide et radioprotection, Vol. 39, 2 emè Edition vers les années 2006; or comme nous avons testé, plus de 3 quarts des produits miniers dépassent 0,50 µSv/h. Par rapport à ce que nous avons comme informations sur les données récoltées du site, nous souhaitons surévaluer la dose pour éviter tout risque de contamination et d'irradiation. D'où on peut considérer comme préoccupant l'exposition du personnel se trouvant en permanence près des produits miniers; ce qui nous interpelle à un besoin pressant d'un contrôle régulier, d'une grande sensibilisation pour mettre en pratique les consignes de

radioprotection sur le lieu de travail et faire un suivi médical pour anticiper tout risque d'exposition aux rayonnements ionisants;

- Juste les dépôts E et F présentent un pourcentage inférieur à 50 % (40 et 33,33 %) des lots dépassant 0,5 $\mu\text{Sv/h}$;
- En se référant aux normes internationales en matière réglementaires, toutes personnes qui travaillent dans le domaine des mines est catégorisée B, parce que, l'exposition aux rayonnements ionisants est permanente. Et cette exposition peut être possible par une contamination externe et interne ou encore par irradiation externe des sources des rayonnements qui seraient transportées par les aérosols; ce qui montre que, la faible valeur limite ne signifie pas que, les agents sont exemptés à une irradiation quelconque sur ce lieu de travail;
- Les faibles doses que nous remarquons dans le tableau n°12 ci-haut, sont généralement responsable des cancers radio-induits détectés après plusieurs années chez certaines personnes; et chez d'autres, il y a réparation parfaite c-à-d l'organisme répare parfaitement l'invasion des nouvelles cellules qui seraient responsable du cancer;
- Les résultats présentés dans le tableau n°12 ci-haut; montre que toutes les personnes qui travaillent sur ce site sont encore moins informées sur la manière dont les rayonnements s'attaquent à l'organisme humain, et s'ils le sont, ils doutent des dégâts que les rayonnements peuvent causer sur la vie humaine, c'est pourquoi nous remarquons que le 3 quart des résultats dépasse la limite réglementaire de 0,5 $\mu\text{Sv/h}$;

7 CONCLUSION

Nous remarquons que, la plupart des personnes qui travaillent dans le domaine de l'artisanat minier n'ont pas connaissance sur les effets des rayonnements ionisants suite aux résultats observés sur terrains.

Et ces derniers doivent savoir que, les effets des rayonnements ionisants sur l'organisme humain dépendent de la radiosensibilité des organes du corps et cela d'une personne à une autre; donc le port des équipements de protection serait très important pour ces travailleurs ainsi qu'un suivi médical de ces derniers pour anticiper tout risque des maladies cancérogènes ou autres formes des malformations dans le futur qui se transmet des parents aux enfants.

Pour ce faire, nous suggérons ce qui suit pour éviter le risque due à la contamination externe et interne ainsi qu'à l'irradiation externe causées par les activités humaines:

- Port des masques, des gants et des tenues pour éviter toutes les formes de contaminations et d'irradiations;
- Placer des géo-membranes dans tous les dépôts pour éviter l'inhalation des aérosols lors du travail;
- Installer des exhausteurs pour aspirer et renvoyer toutes les poussières en dehors des hangars, puis les transformer en des produits des valeurs marchandes;
- Éviter d'amener la tenue soit les habits de travail à la maison pour éviter d'emporter les microparticules radioactives fixées sur les habits, parce qu'il y a risque de contaminer les autres;
- Construire des douches pour se laver avant de rentrer à la maison;
- Ne pas laisser les femmes enceintes et enfants dans les dépôts miniers;
- Ne pas manger, fumer, boire et vendre dans le dépôt pour éviter d'emporter des radioéléments dans le corps humain par ingestion sans qu'on ne le sache;
- Sensibiliser régulièrement les opérateurs miniers artisanaux sur le bien fondé du port des EPIs ainsi que des maladies causées par les rayonnements ionisants d'une manière générale (Ex: Cancer radio-induit et autres malformations...etc);
- Concernant l'exposition du personnel: il y a manque de suivi médical à l'exposition radioactive. Le personnel est considéré comme des personnes travaillant sous rayonnement et sont de la catégorie B et ne doivent pas dépasser une valeur de radioactivité de 1mSv/an en raison de 2000 heures/an de travail; Ainsi nous pouvons considérer comme préoccupant l'exposition du personnel œuvrant en permanence sans EPIs près de ces produits miniers.

Un programme de suivi dosimétrique des travailleurs sera envisageable sur ce site avec ces résultats obtenus. Mais le contrôle et la surveillance continue des postes de travail et de l'environnement de ce dernier doivent être sujet à un planning périodique à fin d'éviter une éventuelle contamination et exposition des travailleurs.

REFERENCES

- [1] AEN (2007), Le droit de la protection radiologique de l'environnement: État des lieux, ISBN 978-92-64-99001-2, OCDE/AEN, Paris.
- [2] A. Hallam and J. B. Birks. Energy transfer in organic systems. xiii. plastic scintillators. *Journal of Physics B: Atomic and Molecular Physics*: P 3273–3288, 1978. Cited By (since 1996).
- [3] D. DELACROIX, J.-P. GUERRE et P. LEBLANC Guides pratique de radionucléide et radioprotection, Vol. 39, 2 emè Edition, 2006.
- [4] D.-J.Gambini, R.Granier, G.Boisserie, Manuel pratique de radioprotection, coédition TEC&DOC lavoisier/Ed. Médicales internationales).
- [5] Décret n°05/22 du 29 mars 2005 portant règlementation de la protection contre les dangers des rayonnements ionisants de la Loi N°017-2002 du 16 Octobre 2002 portant dispositions relatives à la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et à la protection physique des matières et des installations Nucléaires, p. 2 et 7).
- [6] EC Radiation Protection No 175: Guidelines on radiation protection education and training of medical professionals in the European union, 2014.
- [7] Houda ABBASSI, Risque classique et moyen de protection, 8ème édition PGEC – Rabat, Module VI, 28 octobre 2013 - 28 mars 2014, version 2013.
- [8] ICRU Repot 49: Stopping powers and ranges for protons and alpha particles.
- [9] Jean-pierre servent, Christian Gauron et Marie-Hélène Boulay; (février 2005), Les rayonnements ionisants, prévention et maitrise du risque, IRSN, ED 958.
- [10] J. B. Birks. The scintillation process in organic systems. *IRE Transactions on nuclear science*, P 2–11, 1960.
- [11] J. F. Ziegler. stopping of energetic light ions in elemental matter. *J.Appl.Phys.*,: 1249–1272, 1998.
- [12] J.L.D. Silva R. Voltz and A. Coche. Influence of the nature of ionizingparticles on the specific luminescence of organic scintillators. *J.CHEM.PHYS.*, 3306–3311, 1966.
- [13] K. Michaelian and A. Menchaca-Rocha. Model of ion-induced luminescence based on energy deposition by secondary electrons. *Phys. Rev. B*, 49 (22), Jun 1994.
- [14] K. Michaelian, A. Menchaca-Rocha, and E. Belmont-Moreno. Scintillation response of nuclear particle detectors. *Nuclear Inst.and Methods in Physics Research, A*, 356 (2-3): P 297–303, 1995. Cited By (since 1996),
- [15] M. Krämer. Calculation of heavy-ion track structure. *Nuclear Inst.and Methods in Physics Research, B*, P 1-4: P14–20, 1995. Cited By (since 1996),
- [16] NB Euratom: Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.
- [17] NRPB-R245: Committed Equivalent Organ Dose and Committed Effective Doses from Intakes of Radionuclides, 1991
- [18] Publication 103 de la CIPR de l'année 2007.
- [19] R. Katz and F. A. Cucinotta. Tracks to therapy. *Radiation Measurements*,: P 379–388, 1999. Cited By (since 1996),
- [20] Robert Katz. Track physics model of radiation effects. In *First European Conference on Radiation and Its Effects on Devices and Systems - RADECS 91*, pages 558–560, 1992.
- [21] U. Fano. Penetration of protons, alpha particles, and mesons. *Annual Review of Nuclear Science*, p1–66, 1963. Cited By (since 1996)
- [22] V. Archambault, G. Le Roy, B. Prugnaud, « Dosimétrie passive: introduction d'un nouveau dosimètre basé sur la technologie OSL* », *Radioprotection*, 2005, vol. 40, n°4, p.503 à 507.
- [23] W. K. Weyrather and G. Kraft. Rbe of carbon ions: Experimental data and the strategy of rbe calculation for treatment planning. *Radiotherapy and Oncology*, 73 (SUPPL. 2): S161–S169, 2004. Cited By (since 1996).



MBWEB KATSHIL Patrick, Licencié en Chimie industrielle de l'Université de Lubumbashi (République Démocratique du Congo) en 2008. Il est actuellement attaché de recherche au COMMISSARIAT GÉNÉRAL A L'ÉNERGIE ATOMIQUE / DR CONGO. Depuis 2008, il donne des conférences et des séminaires en chimie à l'université publique de D.R. Congo. Spécialiste en radioprotection et sécurité des sources de rayonnements ionisants formé par l'école d'ingénieur Mohammedia et le Centre national de l'énergie, des sciences et de la technologie CNESTN, Maroc. Lubumbashi le 19 Avril 1984.



LWAMBA ILONDA Robert, Chimiste, Campus Universitaire de Kinshasa a la Faculté des Sciences, Chef des activités de pour analyse et l'émission des certificats COMMISSARIAT GÉNÉRAL DE 'ÉNERGIE ATOMIQUE / D.R CONGO. Kavumu Le 02 février 1953.

Le déploiement de la fonction qualité pour une amélioration de la formation des ingénieurs en génie mécanique

[The quality function deployment to improve the training of mechanical engineers]

Zineb Ait Haddouchane¹, Souad Ajana¹, Soumia Bakkali², and Imane Zergout¹

¹Département Génie Mécanique, Equipe de Recherche sur la Formation en Sciences de l'Ingénieur, Laboratoire de Recherche en Ingénierie, Université Hassan II, ENSEM, Casablanca, Morocco

²Département Génie Electrique, Equipe de Recherche sur la Formation en Sciences de l'Ingénieur, Laboratoire de Recherche en Ingénierie, Université Hassan II, ENSEM, Casablanca, Morocco

Copyright © 2020 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: Globalization is increasingly having an impact on the labor market, leading to strong competition. Nowadays, engineering missions have become more and more diversified. The customer-supplier relationship requires engineering schools to implement quality measures in favor of the various economic parties producing goods and services for a better acquisition of skills. This work aims to propose an improvement of mechanical engineering training programs in an engineering school in Morocco through the deployment of the QFD (Quality Function Deployment) quality approach. Our objective is to use the QFD tool in the field of engineering education. After the construction of the QFD matrix, we present the resulting analysis of the results and action plans to be implemented.

KEYWORDS: QFD, improvement, quality, training, skills.

RESUME: La mondialisation a de plus en plus un impact sur le marché du travail marocain qui est en pleine mutation. De nos jours, les missions d'ingénieur se sont amplement diversifiées. La globalisation impose aux écoles d'ingénieurs de mettre en œuvre des démarches qualité en faveur des diverses parties économiques productrices de biens et de services pour une meilleure acquisition des compétences. Ce travail vise à proposer une amélioration des programmes de formation de génie mécanique dans une école d'ingénieurs au Maroc par le déploiement de l'approche qualité QFD (Quality Function Deployment). Notre objectif est d'exploiter l'outil QFD dans le domaine de la formation en Sciences de l'ingénieur. Nous présentons la construction de la matrice QFD, l'analyse des résultats qui en découle ainsi que les plans d'actions à mettre en œuvre.

MOTS-CLEFS: QFD, amélioration, qualité, formation, compétences.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, l'adéquation entre les exigences du marché du travail et les formations est au cœur des débats traitant l'efficacité des politiques éducatives. L'amélioration du capital humain doit être un préalable à tout développement en matière de productivité et de qualité des produits et des services.

Face aux enjeux et aux défis du 21^{ème} siècle, les ingénieurs en particulier ont une place spécifique dans toutes les professions intellectuelles et jouent un rôle vital dans l'évolution technologique et dans l'innovation [1]. Dans la proportion où la logique de marché mène à la focalisation sur les besoins du client tout en incorporant les exigences techniques, environnementales et sociales, les missions des ingénieurs deviennent de plus en plus complexes et nécessitent des compétences pointues. Les ingénieurs doivent donc être aptes à répondre prestement aux exigences du marché de travail marocain en mettant en place des solutions innovantes. Pour ce, les écoles d'ingénieurs déploient des efforts pour repenser leurs curricula et concevoir des dispositifs de formation permettant d'atteindre ces objectifs. Malgré les initiatives pensées par les différentes parties prenantes pour une adéquation quantitative et qualitative de la formation en ingénierie, les entreprises

continuent toujours à énoncer des critiques négatives [2]. Néanmoins, l'élaboration d'un plan d'étude à partir des compétences requises par le marché du travail reste une tâche délicate vu qu'il faut à la fois prendre en compte les attentes du monde professionnel et mettre en œuvre des objectifs qui peuvent être pris en considération et évalués dans les curricula [3].

Dans une étude précédente, s'intégrant dans le même travail de recherche, portant sur l'adéquation de la formation du génie mécanique et des compétences requises par le monde industriel [4], nous avons réalisé une enquête par questionnaire auprès des supérieurs hiérarchiques des ingénieurs génie mécanique de l'Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique (ENSEM), récemment diplômés. Nous avons pu identifier les compétences moyennement acquises par les ingénieurs et importantes à très importantes pour les responsables industriels.

Les résultats de l'étude réalisée sont illustrés par le tableau récapitulatif 1 qui présente l'évaluation par les responsables industriels des différentes compétences selon le niveau d'importance et le niveau d'acquisition par un ingénieur génie mécanique lauréat de l'ENSEM.

Tableau 1. Répartition des compétences selon le niveau d'importance et le niveau d'acquisition

Niveau d'acquisition Niveau d'importance	Bien acquise ¹	Moyennement acquise ²
Très importante ³	C1.1. Apprendre de nouveaux savoirs et développer de nouvelles habiletés C2.1. Définir les objectifs de l'analyse C3.1. Définir un cahier des Charges C3.3. Evaluer des solutions et choisir la plus adaptée C4.1. Etre autonome et s'auto-diriger C5.1. Etre engagé et montrer de la force de travail C5.2. Faire preuve de méthode, de rigueur et de précision C5.4. Agir de manière éthique et responsable	C1.2. Communiquer efficacement oralement et par écrit (en français, anglais, ...) C1.3. Mobiliser et partager ses connaissances fondamentales de l'ingénierie C1.4. Comprendre son environnement professionnel, technologique, écologique et économique pour agir C2.2. Choisir les outils et les méthodes d'analyse théoriques, numériques et/ou expérimentaux en fonction des objectifs et des ressources C2.4. Interpréter et présenter les résultats de l'analyse et de la modélisation C3.2. Créer des solutions innovantes, efficaces et durables C3.5. Mettre en œuvre la solution choisie C4.2. Gérer des Projets C4.3. Travailler en collaboration et gérer une équipe C5.3. Etre capable d'avoir un esprit critique C5.5. Se développer professionnellement
Importante ⁴	C3.4. Faire la conception de détail	C2.3. Analyser une situation complexe, dynamique et incertaine: modéliser, simuler et caractériser expérimentalement

Dans l'absence d'un tableau qui croise les unités d'enseignement avec les compétences devant être acquises par un ingénieur de l'ENSEM:

- Comment peut-on assurer la corrélation entre les objectifs de formation et les compétences requises par le monde professionnel ?
- Quels sont les plans d'actions à proposer pour améliorer l'acquisition des compétences moyennement acquises ?

¹ Bien acquise : L'élève ingénieur est au niveau « synthétiser et évaluer ». La note affectée est comprise dans l'intervalle [8 ; 10]

² Moyennement acquise : L'élève ingénieur est au niveau « appliquer et analyser ». La note affectée est comprise dans l'intervalle [5 ; 7]

³ Très importante : cette compétence est indispensable pour un ingénieur en génie mécanique

⁴ Importante : si cette compétence est acquise par l'ingénieur, c'est un plus, sinon il pourra l'acquérir à travers l'expérience

Dans la présente étude de recherche, nous nous intéressons à l'amélioration de la qualité de la formation en sciences de l'ingénieur notamment en génie mécanique, hautement stratégique pour le Maroc. Pour ce faire, nous avons opté pour la méthode Quality Function Deployment (QFD) suivi de la loi Pareto très déployées dans le monde industriel. Le but est de déterminer ce qui doit être amélioré au niveau du contenu de la formation du génie mécanique pour une meilleure acquisition des compétences moyennement acquises.

Le travail effectué dans cet article concerne la filière Qualité Maintenance et Sécurité Industrielle (QMSI). Il présente les résultats d'une étude QFD, réalisée dans le cadre d'une thèse de recherche portant sur « l'approche qualité pour une adéquation formation-emploi des ingénieurs au Maroc: cas du génie mécanique de l'ENSEM ». Il expose également les principales actions d'amélioration à implémenter dans la formation du génie mécanique de l'ENSEM.

2 PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE QFD ET SON APPLICATION DANS LE DOMAINE DE LA FORMATION

[5] définit le QFD comme « la voix du client dans l'entreprise, conduisant les exigences du client en caractéristiques qualité, développant un produit par le déploiement méthodique des relations entre les exigences et les caractéristiques, depuis chaque élément constitutif des fonctions Qualité requises jusqu'à chaque élément du produit et du procédé. La qualité globale du produit résultera de ce réseau de relations ». Le QFD a pour objectif non seulement de mettre en œuvre les procédures structurées et opérationnelles pour maîtriser et garantir la qualité, mais également d'étudier l'agencement de la qualité au cours de la conception et de la réalisation du nouveau produit [6].

La méthode QFD est préventive, elle permet d'épargner les actions correctives coûteuses. Ses avantages fréquemment évoqués concernent:

- Moins de changements après la mise du produit ou du service sur le marché
- Réduction des coûts de garantie
- Meilleure satisfaction du client
- Bonification de la communication entre services
- Réduction du délai de développement [7].

Nombreux sont les travaux qui ont intégré le QFD pour améliorer la qualité de l'éducation ou de la formation ou pour concevoir de nouveaux concepts entre autres:

- [8] utilisent le QFD comme méthode d'amélioration de la qualité et d'évaluation comparative des établissements de l'enseignement supérieur du Pakistan. Cette étude est basée sur le recueil de données auprès des élèves et des enseignants. Dans ce travail de recherche, les étudiants sont considérés comme le principal client de l'établissement d'enseignement et les enseignants de l'institut sont traités comme des descripteurs techniques de l'institut. Cette étude est menée dans six universités pakistanaïses. Une maison de la qualité a été créée en se basant sur les données collectées et qui a mis en lumière une préoccupation majeure en termes d'amélioration de la qualité tout en servant de référence à l'établissement.
- [9] ont étudié la faisabilité d'employer la technologie Internet en créant un modèle Web-QFD et ont présenté un exemple réel d'un système d'éducation à Taïwan. Ils ont montré que le Web-QFD permettrait de procurer un moyen plus efficace d'utilisation du QFD en matière de coût, de temps et de territoire et aussi de fournir un processus amélioré et décisionnel de groupe.
- [10] emploient le QFD pour concevoir un cours de base en statistique à l'Université King Fahd de pétrole et de minéraux. Afin de satisfaire toutes les parties prenantes du système éducatif, ils développent des notions de conception de cours alternatifs. Dans cette étude, les exigences du client sont exprimées par des recruteurs potentiels et des étudiants. Les exigences techniques sont obtenues auprès de membres expérimentés du corps professoral qui ont enseigné le cours à plusieurs reprises. Le recueil des données a été effectué à travers des questionnaires bien conçus auprès des étudiants, des professeurs et des entreprises.
- [11] réalise la projection de l'utilisation du QFD dans l'industrie sur l'évaluation de la qualité de la formation en sciences de l'ingénieur. Cette approche détaille les composantes de l'évaluation de la qualité de la formation ainsi que les facteurs à prendre en compte. Le processus n'est pas linéaire. Il se caractérise par une série de boucles de façon que les résultats d'une étape du processus sont utilisés pour améliorer la suivante.

L'évaluation du programme vise à déterminer si les étudiants atteignent les objectifs de la discipline enseignée et l'évaluation de l'établissement permet d'identifier les progrès vers l'atteinte des objectifs fixés. Dans l'évaluation des établissements et des programmes, la rétroaction influe sur l'élaboration de l'ensemble du programme d'études et non pas seulement sur les résultats de l'évaluation d'un cours individuel.

Le modèle du QFD fournit au corps professoral un langage et un cadre familiers pour la planification du processus d'évaluation. Il permet une augmentation de la satisfaction des clients et une diminution du temps de développement des processus.

3 DÉMARCHE DE LA CONCEPTION DE LA MATRICE QFD DANS NOTRE CAS D'ÉTUDE

Pour concevoir la matrice QFD de notre cas d'étude, nous procédons par les étapes suivantes:

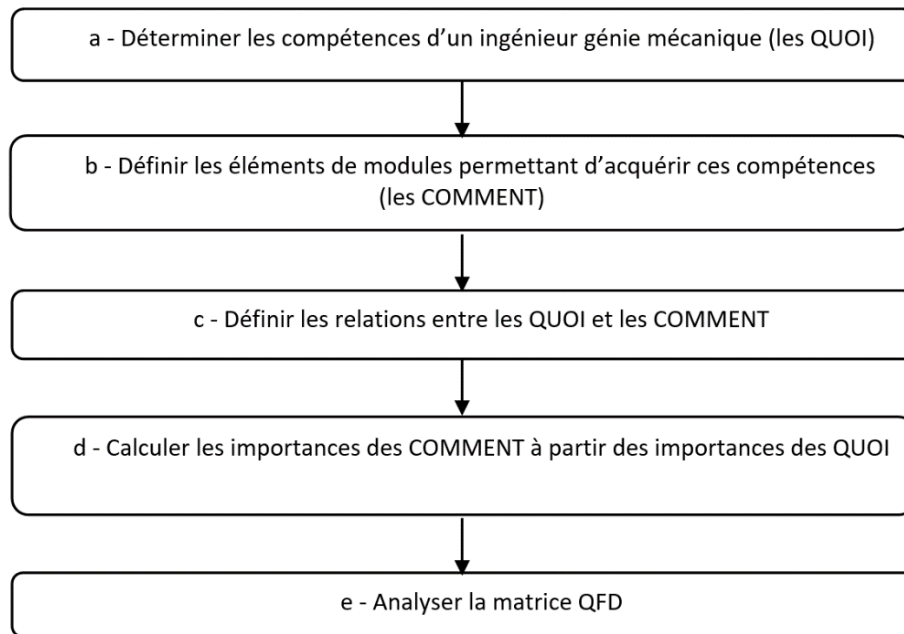


Schéma 1: Démarche de la réalisation de la maison de la qualité

a - Déterminer les compétences d'un ingénieur génie mécanique (les QUOI):

Les compétences d'un ingénieur génie mécanique représentent une formulation standardisée des attentes du client. Dans notre étude, le client est le responsable industriel recruteur du diplômé génie mécanique de l'ENSEM. Ces compétences sont définies à partir du référentiel de compétences du génie mécanique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne que nous avons choisi, sur la base d'une étude critique préalable, pour l'adapter à la formation du génie mécanique de l'ENSEM [12]. Lors de la conception de la matrice QFD, nous retenons uniquement les compétences jugées moyennement acquises par les responsables industriels et qui sont importantes à très importantes.

b - Déterminer les éléments de modules permettant d'acquérir ces compétences (les COMMENT):

Il s'agit des éléments de module qui constituent les programmes de formation du génie mécanique de l'ENSEM. Ils sont définis à partir des accréditations des différentes filières de ce génie.

c - Définir les relations entre les QUOI et les COMMENT:

Lors de la définition des relations entre les QUOI et les COMMENT, nous tentons à répondre à la question suivante: à quel niveau chaque élément de module contribue à l'acquisition de chaque compétence ? Nous avons alors utilisé une pondération 1, 3, 9 pour de faibles, moyennes et fortes relations respectivement. Il est à noter que cette zone de la matrice QFD est remplie en consensus avec les professeurs qui contribuent à la formation du génie mécanique de l'ENSEM ayant accepté de participer à la réalisation de cette étude. Nous nous sommes basés également sur le contenu des accréditations des différentes filières de ce génie.

d - Calculer les importances des COMMENT à partir des importances des QUOI:

Le niveau d'importance de chaque compétence (QUOI) est la moyenne des niveaux d'importance accordés par les responsables industriels de l'étude pour chaque compétence. Le calcul du poids des éléments de module (COMMENT) s'effectue à travers le produit de la pondération affectée à chaque QUOI versus COMMENT avec le poids relatif de chaque compétence.

e - Analyser la matrice:

Le niveau d'importance accordé à chaque élément de module nous permettra de déterminer les éléments de module critiques devant être améliorés. Ces derniers contribuent à l'acquisition des compétences estimées moyennement acquises par les responsables industriels de l'étude chez un ingénieur génie mécanique de l'ENSEM.

4 HIÉRARCHISATION DES ÉLÉMENTS DE MODULE

Pour déterminer les éléments de module les plus critiques devant être améliorés, nous décidons d'appliquer la loi Pareto sur le niveau d'importance accordé à chaque élément de module. La loi Pareto vise à mettre en lumière ce qui paraît important et ce qui l'est moins et à introduire une réflexion efficace et performante selon les priorités. Elle consiste à classer dans un ordre décroissant d'importance les critères d'une liste ayant causé un effet (quand la mesure de leur valeur est possible). L'objectif de cette méthode est de garder les critères les plus importants et généralement, 20 % des critères représentent 80 % de l'effet global [13].

Les étapes d'application de la loi Pareto sont les suivantes:

- « Établir la liste des critères à hiérarchiser en mettant en œuvre des outils adaptés.
- Noter la fréquence de chaque critère.
- Classer les critères dans le sens décroissant en fonction de leur fréquence.
- Calculer la fréquence en pourcentage de chaque critère.
- Calculer la somme des fréquences de l'ensemble des critères.
- Calculer la fréquence cumulée des critères.
- Calculer la fréquence en pourcentage cumulée.
- Tracer le graphique. »

5 CONSTRUCTION DE LA MATRICE QFD ET APPLICATION DE LA LOI PARETO

Nous avons construit dans un premier temps la matrice de qualité pour la filière QMSI. Cette matrice décrit en lignes les compétences moyennement acquises par un ingénieur génie mécanique de l'ENSEM récemment diplômé (Quoi) et en colonnes les éléments enseignés permettant d'acquérir différentes compétences (Comment). Les relations entre les Quoi et les Comment ont été établies à travers la contribution du corps professoral interne et le recours aux contenus des accréditations des filières. La matrice de qualité fournit donc des informations essentielles pour identifier les programmes de formation qui doivent être renforcés pour atteindre la satisfaction des exigences des responsables industriels. Elle met en lumière un ensemble de priorités permettant d'acquérir des compétences bien précises selon leur importance pour les industriels et leur importance pour l'équipe des professeurs. Ces priorités auront un impact considérable sur toutes les actions à venir d'amélioration et de mise à jour des programmes de formation.

Nous présentons dans la figure 1 la matrice QFD d'un semestre de spécialité de la filière QMSI comme exemple illustratif.

Ensuite, nous avons appliqué la loi Pareto sur le niveau d'importance de chaque élément de module déterminé dans les matrices QFD. La figure 2 illustre le diagramme Pareto de la filière QMSI.

	SEMESTRE 5																								SEMESTRE 6												
	M51 : Endommagement et revêtement				M52 : Contrôle qualité			M53 : Management industriel			M54 : Management de la maintenance			M55 : Management Qualité			M56 : Environnement et développement durable					M57 : Langues et Communication V															
	Fatigue des matériaux	Usure et Lubrification	Corrosion et revêtements	Contrôle non destructif	Analyse physico-chimique	Contrôles et mesures	Méthodes et techniques d'optimisation	Global supply chain management	Modélisation des processus	Management de la maintenance	GMAO	Plans d'expérience	Management de la qualité ISO 9000	Quality Function Development	Projet innovant	Eco-conception	Système de Management Environnemental SME ISO 14001	Développement durable RSO ISO 26000	Communication	Anglais	Stage industriel	EPS															
	Poids relatif																																				
Eléments de module	Poids brut	3,85	3,52	3,42	3,58	3,3	3,5	3,45	3,03	3,88	3,53	3,67	162,55	269,29	114,12	314,91	1074	183,30	196,71	204,73	134,31	162,55	226,75	110,92	290,41	270,31	321,03	257,31	160,56	158,31	161,09	113,77	382,95	46,29	9,00		
		0,090	0,083	0,080	0,084	0,078	0,082	0,081	0,071	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	0,090	0,091	0,083	0,086	
		C1.2 – Communiquer efficacement oralement et par écrit (en français, anglais)																																			
		C1.3 - Mobiliser et partager ses connaissances fondamentales de l'ingénierie																																			
		C1.4 – Comprendre son environnement professionnel, technologique, écologique et économique pour agir																																			
	C2.2 - Choisir les outils et les méthodes d'analyse théoriques, numériques et/ou expérimentaux en fonction des objectifs et des ressources																																				
	C2.3 - Analyser une situation complexe, dynamique et incertaine : modéliser, simuler et caractériser expérimentalement																																				
	C2.4 - Interpréter et présenter les résultats de l'analyse et de la modélisation																																				
	C3.2 Créer des solutions innovantes, efficaces et durables																																				
	C3.5 Mettre en œuvre la solution choisie																																				
	C4.2 Gérer des Projets																																				
	C4.3 Travailler en collaboration et gérer des personnes																																				
	C5.3 Etre capable d'avoir un esprit critique																																				
	C5.5 Se développer professionnellement																																				
	Importance absolue	3,67	0,086	0,083	0,091	3,88	3,82	3,03	0,071	3,45	0,081	3,5	3,3	0,078	3,58	0,084	3,42	0,080	3,52	3,85																	
	Poids des commentaires	2,82	6,32	2,69	7,40	0,25	4,31	4,62	4,81	3,16	3,82	5,33	2,61	6,83	6,35	7,54	6,05	3,77	3,72	3,79	2,67	9,00	1,09	382,95	46,29	9,00	1,09	382,95	46,29	9,00	1,09	382,95	46,29	9,00	1,09	382,95	

Fig. 1. Matrice QFD des compétences moyennement acquises pour un semestre de spécialité de la filière QMSI

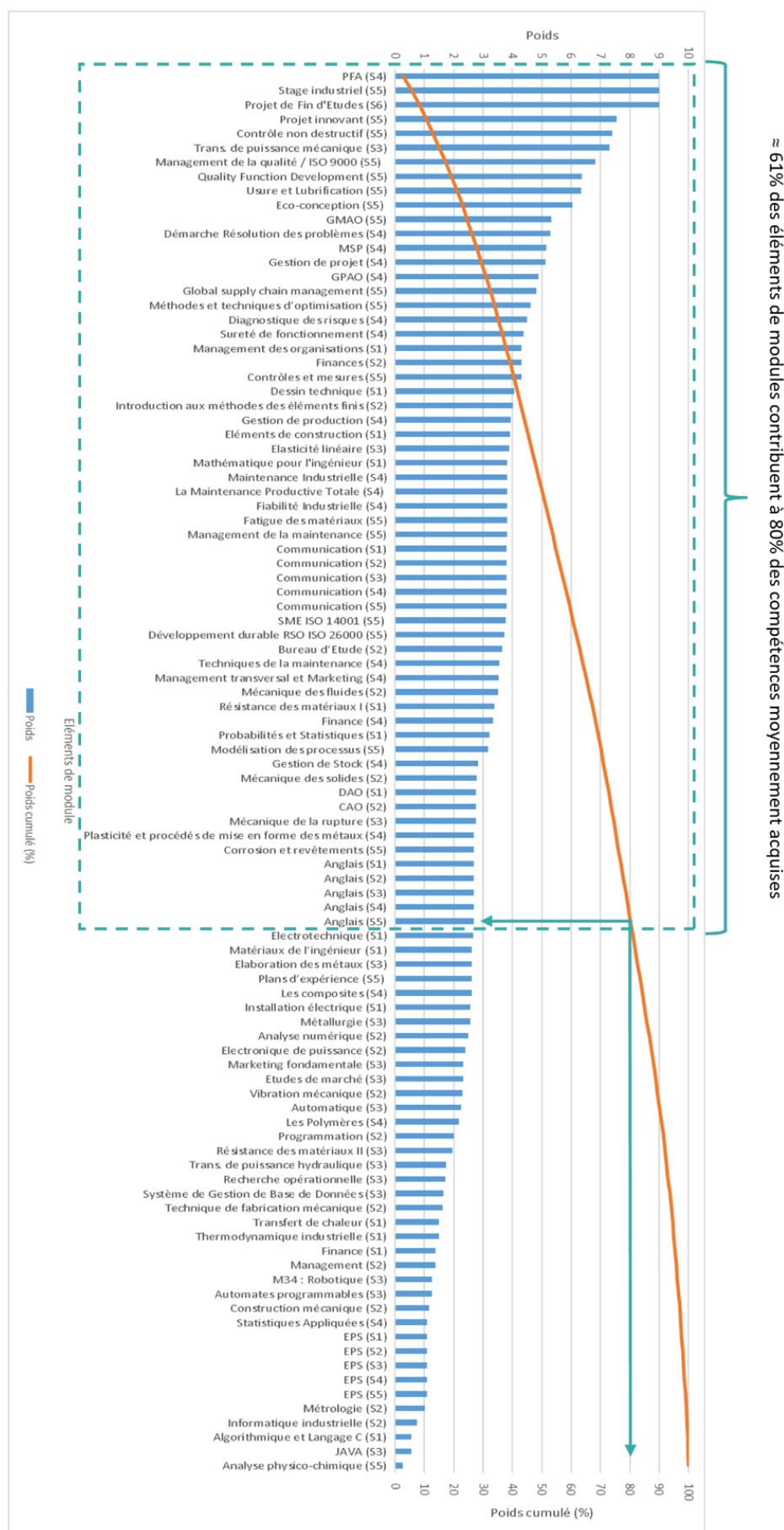


Fig. 2. Diagramme Pareto de la filière QMSI pour les compétences moyennement acquises

A travers l'analyse du diagramme Pareto, nous constatons que 61% des éléments de module enseignés dans la filière QMSI en plus du projet de fin d'études contribuent à 80% des compétences jugées moyennement acquises par les responsables industriels. Ainsi, ces éléments de module présentent certains aspects devant être renforcés à travers de nouvelles situations de formation qui seront développées via des actions d'amélioration. Ils comportent des disciplines de base, des disciplines spécifiques à la spécialité génie mécanique et d'autres transversales.

Le classement des éléments de module nous a permis de remarquer que ceux des semestres de spécialité (S4 et S5) en plus du projet de fin d'études sont en tête de pont vu qu'ils sont nombreux et ont les plus grands poids. Par conséquent, ils contribuent fortement aux différentes compétences moyennement acquises.

En ce qui concerne les disciplines transversales, les modules associant la communication et l'anglais figurant dans les cinq semestres de formation apparaissent parmi les cours prioritaires présentant des aspects à améliorer en plus des cours de finances (S2) et de management des organisations (S1). Nous trouvons également les cours relatifs au Management transversal et Marketing (S4) et les Finances (S4) qui nécessitent certaines actions d'amélioration.

Ces cours participent à l'insertion rapide et efficace des élèves ingénieurs dans le monde socio-économique. La communication efficace à l'oral et à l'écrit permet aux élèves ingénieurs de développer une culture générale, écrire un compte rendu, apprendre à respecter les normes de l'écrit professionnel ou universitaire, travailler en groupe, animer une réunion, mettre en lumière des situations, synthétiser et analyser des expériences, convaincre et négocier; ce sont tous des compétences fondamentales chez un ingénieur. En outre, la formation en langues étrangères, notamment l'anglais devient de plus en plus incontournable vu la mondialisation des échanges. Pour s'insérer dans un environnement professionnel et économique de travail très mouvant, les notions relatives au management et aux finances demeurent aussi indispensables pour les élèves ingénieurs pour en saisir le travail dans ses perspectives financières, économiques et de gestion.

En ce qui concerne les disciplines spécifiques au génie mécanique, les modules et les éléments de module présentant certains points à améliorer sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les modules et les éléments de module de spécialité (QMSI) présentant certains points à améliorer

Modules	Éléments de module
• M43: Maintenance; • M44: Organisation et pilotage de la production; • M45: Qualité; • M46: Sécurité et fiabilité industrielle; • M51: Endommagement et revêtement; • M53: Management industriel; • M54: Management de la maintenance (hormis les plans d'expérience); • M55: Management de la qualité; • M56: Environnement et développement durable.	• Projet de fin d'Année (PFA); • Contrôle non destructif; • Contrôles et mesures; • Plasticité et Procédés de mise en forme des métaux.

6 PROPOSITION D'ACTIONS D'AMÉLIORATION

Nous nous sommes référés aux plans d'études de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), de l'école Centrale Paris et de l'Université de Sherbrooke. Ce sont des établissements bien classés à l'échelle mondiale et ont réussi à intégrer l'approche par compétences dans la formation en Sciences de l'Ingénieur. Par conséquent, ils ont pu prendre en considération de façon intégrée toutes les facettes du métier de l'ingénieur pour améliorer l'adéquation formation-emploi. Elles présentent des plans d'études détaillés de leur offre de formation:

En ce qui concerne l'EPFL, le plan d'études du génie mécanique comporte les différents cours enseignés avec le résumé, le contenu détaillé du cours, les mots-clés, les acquis de formation, les compétences transversales, les méthodes d'enseignement et d'évaluation, l'encadrement, les ressources ainsi que les crédits et charge de travail (coefficient du cours, charge de travail totale, session d'examen et forme du contrôle).

En ce qui concerne l'école centrale Paris, elle présente un plan d'études contenant les objectifs du cours, les compétences devant être acquises en fin de cours, son contenu détaillé, l'organisation du cours, le support ainsi que le mode d'évaluation.

Pour l'université de Sherbrooke, elle présente les objectifs généraux et spécifiques de la formation, la structure du programme et ses forces, les cours avec leurs cibles de formation en termes de compétences et leurs contenus.

L'idée principale consistait à réaliser un benchmarking entre ces trois établissements pour montrer la manière dont chacun fait acquérir les différentes compétences à ses étudiants. Or, puisque les filières diffèrent d'un établissement à un autre, il s'est avéré difficile d'effectuer ce benchmarking. Ainsi, nous avons décidé de tirer les pistes d'amélioration à partir des plans d'études de ces établissements de façon transversale tout en restant dans le cadre des spécialités du génie mécanique de l'ENSEM.

Nous proposons les principales actions d'amélioration à implémenter dans la formation du génie mécanique de l'ENSEM, notamment pour les éléments de module critiques qui contribuent intensivement aux compétences moyennement acquises. Nous avons déterminé, à travers le diagramme Pareto réalisé pour la filière QMSI, les éléments de module présentant certains aspects à améliorer. Nous priorisons, dans un premier temps, ceux ayant des poids très importants pour bien initier le chantier d'amélioration de la formation à l'ENSEM.

Le tableau 3 présente les principales actions d'améliorations, les outils de leur mise en place ainsi que les éléments de module critiques concernés par rapport aux 12 compétences moyennement acquises.

Tableau 3. Pistes d'améliorations des compétences moyennement acquises

Compétences moyennement acquises	Actions d'amélioration	Outil de mise en place	Éléments de module QMSI concernés
C2.2. Choisir les outils et les méthodes d'analyse théoriques, numériques et/ou expérimentaux en fonction des objectifs et des ressources	- Amener l'élève ingénieur à : • Connaître les différentes technologies d'analyse ; • Comparer entre diverses méthodes d'analyse pour arriver à choisir la meilleure selon les contraintes.	- Programmer des séminaires - Inclure dans les cours spécifiques aux méthodes d'analyse, les travaux pratiques et les stages en entreprise.	- Projet de Fin d'Année (PFA) - Stage industriel - Projet de Fin d'Etudes (PFE) - Projet innovant - Contrôle non destructif - Transmission de puissance mécanique
C2.3. Analyser une situation complexe, dynamique et incertaine : modéliser, simuler et caractériser expérimentalement	- Apprendre aux élèves ingénieurs à effectuer les synthèses avec des cartes conceptuelles pour ordonner et analyser les informations d'une situation problème. - Viser des niveaux d'approfondissement élevés d'apprentissage des méthodes de modélisation et de simulation du comportement de structures complexes et non linéaires à travers des outils numériques. - Amener l'élève-ingénieur à modéliser et simuler des situations complexes. - Intégrer le principe de la rétro-ingénierie.	- A prendre en compte dans les cours de modélisation et de simulation - Prendre en considération dans les Projets de conception et de réalisation	- Management de la qualité / ISO 9000 - Usure et lubrification - Eco-conception - GMAO - Démarche Résolution des problèmes - MSP - Gestion de projet - Quality Function Deployment
C2.4. Interpréter et présenter les résultats de l'analyse et de la modélisation	- Amener l'élève-ingénieur à préparer et à présenter des rapports d'analyse.	- A exiger dans les rapports et les présentations des Travaux Pratiques et des projets	
C4.3. Travailler en collaboration et gérer une équipe	- Permettre à l'élève-ingénieur de : • participer à des activités avec divers rôles. • tester et connaître clairement les processus qui se développent dans une équipe de travail (décision, organisation, etc.) • analyser sa participation au groupe de travail	- Prendre en considération dans les Projets - Inclure les Jeux d'entreprise	
C5.5. Se développer professionnellement	- Amener l'élève-ingénieur à découvrir les compétences clés de l'ingénieur, à construire un projet de formation et professionnel et à passer d'un référentiel scolaire à un référentiel professionnel.	- Programmer des ateliers de développement professionnel et leadership supervisés par des professeurs, et avec le soutien d'intervenants externes en se basant sur l'expérience, la mise en situation, l'étude de cas...	
C1.3. Mobiliser et partager ses connaissances fondamentales de l'ingénierie	- Faire de sorte que les cours comprenant les sciences fondamentales de l'ingénierie doivent être formateur au niveau intellectuel et exigeant au niveau de la maîtrise des savoirs pour atteindre des niveaux supérieurs de la taxonomie de Bloom (Synthétiser et évaluer).	- A prendre en considération dans les cours des sciences de base de l'ingénieur	- Projet de Fin d'Année (PFA) - Stage industriel - Projet de Fin d'Etudes (PFE) - Projet innovant - Contrôle non destructif

C1.4. Comprendre son environnement professionnel, technologique, écologique et économique pour agir	- Poursuivre l'amélioration au niveau de la structure des stages pour proposer un plus grand nombre de lieux de stages et travailler à la visibilité auprès des employeurs. - Sensibiliser les étudiants à l'importance des stages dès la première année par rapport à leur formation et leur employabilité. Encourager les démarches personnelles de l'étudiant dans sa recherche de lieux de stages. - Permettre aux étudiants d'accroître les expériences et les contacts avec le milieu professionnel.	- Programmer des séances de sensibilisation sur l'importance et l'intérêt des stages et des visites d'entreprise - Stages - Proposer des projets de terrain - Planifier des visites ou des participations à des activités dans le domaine - Organiser fréquemment des conférences par des experts/professionnels	- Transmission de puissance mécanique - Management de la qualité / ISO 9000 - Usure et lubrification - Eco-conception - GMAO - Démarche Résolution des problèmes - MSP - Gestion de projet - Quality Function Deployment	
C5.3. Être capable d'avoir un esprit critique	- Former les élèves ingénieurs à la mise en œuvre d'une approche scientifique et expérimentale tout en effectuant une analyse critique des résultats qui comporte : la discussion de leur utilité et précision de manière à guider leur utilisation et leur interprétation ; quelles méthodes complémentaires utiliser et comparer à ces résultats.	- Adopter l'enseignement par problèmes dans les cours contribuant à l'acquisition de cette compétence.		
C3.2. Créer des solutions innovantes, efficaces et durables	- Mettre les élèves-ingénieurs en situation d'innover à travers la conception de services, solutions ou produits nouveaux pour mieux servir des clients, des organisations et/ou la société. Amener l'élève ingénieur à :	- Programmer l'élément de module « Projet innovant » pour toutes les filières du génie mécanique (au lieu de se limiter uniquement à la filière QMSI) - Programmer des conférences animées par des experts	- Management de la qualité/ISO 9000	- PFA - PFE - Stage industriel - Projet innovant - Contrôle non destructif
C4.2. Gérer des Projets	* Opter pour une posture et une démarche d'innovateur faite d'ambition et d'ouverture, notamment développer les dimensions scientifiques, techniques, économiques et sociales d'un projet et suggérer un travail d'exploitation des connaissances et d'exploration des possibles. * Travailler en mode projet, autrement dit, produire en équipe un résultat tangible pour répondre aux exigences d'un client en adoptant une démarche structurée et rationnelle de résolution de problèmes et de gestion de projet (Expression du problème sous forme d'un « contrat » avec un « client » - Conception d'un processus structuré de résolution de problème – Respect de bonnes attitudes et de comportements) - Programmer des exposés de projets complexes avec les difficultés et limites des concepts et méthodes classiques, tant sur le plan théorique qu'applicatif.		- MSP - Gestion de projet	- Transmission de puissance mécanique - Usure et lubrification - Eco-conception - GMAO - Démarche Résolution des problèmes - QFD
C3.5. Mettre en œuvre la solution choisie	- Offrir aux élèves ingénieurs des expériences pratiques qui les entraînent à analyser des situations complexes, à concrétiser des décisions prises et donc à mettre en œuvre une solution conçue. - Pousser l'élève ingénieur à mettre en place les solutions qu'il développe au lieu de se contenter des propositions de solutions. - Les projets doivent être orientés « réalisation » et non seulement « étude ».	- Intégrer la simulation pour la mise en œuvre des solutions - Prendre en compte dans les Projets et les Projets de fin d'études	- Transmission de puissance mécanique - GMAO - Gestion de projet	- Projet de Fin d'Année (PFA) - Stage industriel - Projet de Fin d'Etudes (PFE) - Management de la qualité / ISO 9000 - Quality Function Deployment
C1.2. Communiquer efficacement oralement et par écrit (en français, anglais, ...)	- Amener l'étudiant à présenter et expliciter des phénomènes et des concepts du génie mécanique, analyser, préparer et défendre des argumentations. - Encourager l'étudiant à lire et présenter des articles scientifiques ou des articles de revues professionnelles et à participer activement à des réunions de projet.	- Programmer des séminaires et multiplier les exposés oraux	- Contrôle non destructif - Démarche de résolution des problèmes	

Nous avons présenté des actions d'améliorations par compétence ainsi que leurs moyens de mise place (des projets, des séminaires, des ateliers, des conférences, ...). Chaque action d'amélioration concerne plusieurs éléments de module qui contribuent à l'acquisition de la même compétence.

Les propositions d'amélioration suggérées sont des situations de formation qui font appel à certaines méthodes pédagogiques à savoir:

- L'étude de cas: c'est une analyse d'une situation complexe reposant sur un cas réel. Après avoir analysé la situation, l'étudiant entame des actions afin de trouver la solution au problème. Elle permet d'entamer réellement des situations complexes dont la présentation théorique risquerait d'être longue. Elle encourage la motivation et l'implication et entraîne à la prise de décision, au travail collectif et au développement des savoir-être [14].
- La carte conceptuelle permet de « représenter graphiquement des concepts qui gravitent autour d'un sujet, de préciser les relations qui les unissent et de les hiérarchiser. Aussi appelée schéma de concepts, carte de connaissances ou réseau sémantique, la carte conceptuelle permet de développer des habiletés de synthèse et permet à l'étudiant d'illustrer visuellement sa compréhension d'une question ou d'un concept... On utilise la carte conceptuelle pour:
 - Activer les connaissances antérieures des étudiants.
 - Structurer les connaissances en cours d'enseignement.
 - Planifier la rédaction d'un travail ou d'une présentation orale.
 - Vérifier l'intégration des notions abordées dans l'ensemble d'un cours.
 - Valider la compréhension d'un texte, d'une conférence, etc. »
- La simulation est définie comme «une reproduction d'une situation constituant un modèle simplifié mais juste d'une réalité» [15]. Cet outil pédagogique a pour objectif de reconstituer en classe une situation représentant la réalité de façon objective et à laquelle l'étudiant pourrait être confronté. La simulation permet aux étudiants d'exercer leurs savoir-faire et leurs apprentissages au sein d'un environnement plus encadré par des règles que dans une situation réelle [16], [17].
- Les jeux d'entreprise sont des simulations de la vie de plusieurs entreprises en concurrence sur un même marché. Ils permettent aux étudiants d'assumer des responsabilités d'activités dans une entreprise dont le fonctionnement est imité d'une manière proche à la réalité. Ils ont comme objectifs de faire découvrir l'interdépendance des activités et des compétences, les concepts et les lois de fonctionnement d'une entreprise ou d'une organisation de travail [14].

A titre d'exemple, « une unité de jeu peut être constituée de 5 ou 6 équipes de 5 ou 6 joueurs (élèves ingénieurs) chacune. Chaque joueur prend une responsabilité particulière: production, finances, ressources humaines, marketing, direction générale. Deux types d'enseignants sont responsables de ces jeux d'entreprise: les animateurs en charge des sessions de jeu et les coachs en charge des sessions de discussions et débriefings. »

7 CONCLUSION

Ce travail présente la méthode QFD et son déploiement dans le domaine de la formation. Il décrit la démarche de réalisation de la matrice QFD pour la formation du génie mécanique de l'ENSEM. Il propose une hiérarchisation des éléments découlant de la matrice de qualité QFD par la loi Pareto et il expose les résultats concernant la filière QMSI. Finalement, des actions d'améliorations à mettre en œuvre sont proposées pour une meilleure adéquation formation emploi.

La prochaine étape est d'étendre cette démarche sur les autres filières du génie mécanique et aux autres départements de l'ENSEM ainsi qu'implanter les différents plans d'actions proposés.

Toutefois, nous visons également de réaliser un rapprochement entre les constats des industriels qui jugent certaines compétences moyennement acquises et les professeurs qui estiment contribuer convenablement à l'acquisition de ces compétences. S'agit-il d'un problème au niveau de l'évaluation des compétences ?

REMERCIEMENTS

Nous remercions infiniment tous les professeurs du département du génie mécanique de l'ENSEM, notamment le chef de département, pour leur contribution dans cette étude et pour leur permission d'exploitation des documents nécessaires à la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- [1] Csizmadia, P., and Veroszta, Z. (2018). Facteurs déterminants de l'adéquation des compétences à l'emploi chez les jeunes ingénieurs hongrois. In: D. Lemaître, Formation des ingénieurs à l'innovation, Great Britain: ISTE, pp. 135-153, 2018.
- [2] L. Gardelle, E. Cardona Gil, M. Benguerna, A. Bolat and B. Naran, "The spread of European models of engineering education: the challenges faced in emerging countries," *European Journal of Engineering Education*, vol. 42, no. 2, pp. 203-218, 2017, doi: 10.1080/03043797.2016.1241983.
- [3] N. Deschryver, B. Charlier, J-M. Fürbringer and R. Glardon, "Projet de développement des plans d'étude de BA et MA à la section de génie mécanique de l'EPFL," Conference presented at the Conference of the News of research in education and training, Genève, 2010, [Online] Available: <https://plone.unige.ch/aref2010/communications-oraux/premiers-auteurs-en-d/Projet%20de%20developpement.pdf/view>.
- [4] Z. Ait haddouchane, S. Ajana, I. Zergout, K. Faraj and S. Bakkali, "A Study of the Adequacy of Training in Mechanical Engineering in Relation to Business Profiles," *International Journal of Higher Education*, vol. 7, no. 6, pp. 173-190, 2018.
- [5] Y. Akao, QFD – Prendre en compte les besoins du client dans la conception du produit, AFNOR (traduction), 1993.
- [6] F. Gautier, « Gestion simultanée des coûts et de la qualité en conception: apports et limites du QFD, ». Journées d'étude en contrôle de gestion de Nantes, Université de Nantes, Nantes, 2009, [Online] Available: <http://www.univ-nantes.fr/iemn-iae/recherche/jecgn>.
- [7] D. Duret and M. Pillet, *Qualité en production: De l'ISO 9000 à Six Sigma*, Paris: Eyrolles Editions d'Organisation, 2005.
- [8] M. I. Qureshi, K. Khan, M. N. Bhatti, A. Khan, and K. Zaman, "Quality Function Deployment in Higher Education Institutes of Pakistan," *Middle East Journal of Scientific Research*, vol. 12, no. 8, pp. 1111–18, 2012, [Online] Available: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84874122807&partnerID=40&md5=9cbf150c8f9ce9445eef008761d2d4ae>.
- [9] S. H. Chen and C. C. Yang, "Applications of web-QFD and E-Delphi method in the higher education system, " *Human Systems Management*, no. 23, pp. 245–256, 2004.
- [10] S. O. Duffuaa et al., "Quality function deployment for designing a basic statistics course, " *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 20, no. 6, pp. 740–750, 2003.
- [11] P. Brackin, "Assessing engineering education: an industrial analogy, " *International Journal of Engineering Education*, vol. 18, no. 2, pp. 151–156, 2002.
- [12] Z. Ait haddouchane, K. Faraj, S. Bakkali and S. Ajana, « Etude critique des référentiels de compétences du génie mécanique, » *The Journal of Quality in Education*, no. 7, pp. 48-59, 2016.
- [13] J.M. Gallaire, *Les outils de la performance industrielle*, Paris: Eyrolles Editions d'Organisation, 2008.
- [14] Démarches, Méthodes et techniques pédagogiques, 2013. [Online] Available: <https://www.aef-dmoz.org/demarche-2.pdf>.
- [15] G. Chamberland, L. Lavoie and D. Marquis, *20 formules pédagogiques*, Sainte-foy: Les Presses de L'Université du Québec, 2000.
- [16] J.P. Hertel and B.J. Millis, *Using simulations to promote learning in higher education: an introduction*, Sterling, Va.: Stylus Publishers, 2002.
- [17] G. Chamberland and G. Provost, *Jeu, simulation et jeu de rôle*, Sainte-foy: Les Presses de l'Université du Québec, 1996.

Relation longueur-poids et facteur de condition de *Parailia pellucida* (Boulenger, 1901) (Piscès, Schilbeidae) au lac de barrage de Taabo (Bandama, Côte d'Ivoire)

[Length-weight relation and condition factor of *Parailia pellucida* (Boulenger, 1901) (Piscès; Schilbeidae) at the Taabo reservoir (Bandama, Côte d'Ivoire)]

K. Kamagaté¹, K. Ahoutou², K. S. Da Costa³, and Y. Kouakou¹

¹Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Pôle Pêche et Aquaculture, UFR Sciences de la nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR. Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Station de recherche en pêche et Aquaculture continentales (SRPAC), Laboratoire d'Ichtyologie et de Conservation des gènes de poissons, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Bouaké, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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: Sustainable management of fish stocks requires a good knowledge of growth parameters. From October 2016 to September 2017, 1091 specimens were sampled in four areas of Taabo Lake, in order to study *Parailia pellucida* length-weight relationship and condition factor. Growth of immatures and matures specimens is allometric in favor of weight. Females have positive allometric growth ($b = 4.5$) while that of males is negative allometric ($b = 2.88$). Regression equations were, respectively: $W = 0.115LS^{4.58}$ for immatures, $W = 0.099LS^{3.73}$ for matures, $W = 0.107LS^{4.17}$ for immatures + matures specimens, $W = 0.117LS^{4.5}$ for females, $W = 0.083LS^{2.88}$ for males, and $W = 0.107LS^{4.13}$ for females + males. Determination coefficient for immatures and matures is, respectively, of 0.21 and 0.18. It reaches 0.13 for females and 0.15 for males. Immatures (0.96 ± 0.74) and matures specimens (0.93 ± 0.7) have substantially the same condition factors. Females ($Kc = 1.06 \pm 0.93$) condition factor is relatively better than that of males ($Kc = 0.93 \pm 0.72$).

KEYWORDS: *Parailia pellucida*, Stock management, growth types, condition factor, Lake Taabo, Côte d'Ivoire.

RESUME: Une gestion durable des stocks de poissons requiert une bonne connaissance des paramètres de croissance. Dans ce contexte, 1091 spécimens ont été échantillonnés d'octobre 2016 à septembre 2017 dans quatre zones du lac de barrage de Taabo, pour étudier la relation longueur-poids et le facteur de condition de *Parailia pellucida*. Les individus immatures et matures ont une croissance allométrique en faveur du poids. Les femelles ont une croissance allométrique positive ($b = 4,5$), tandis que celle des individus mâles est du type allométrique négative ($b = 2,88$). Les équations de régression sont, respectivement: $P = 0,115LS^{4,58}$ pour les immatures, $P = 0,099LS^{3,73}$ pour les matures, $P = 0,107LS^{4,17}$ pour les immatures + matures, $P = 0,117LS^{4,5}$ pour les femelles, $P = 0,083LS^{2,88}$ pour les mâles, et $P = 0,107LS^{4,13}$ pour les femelles + mâles. La valeur du coefficient de détermination chez les immatures et les matures est, respectivement, de 0,21 et 0,18. Celui-ci atteint 0,13 chez les femelles et 0,15 pour les mâles. Les spécimens immatures ($0,96 \pm 0,74$) et matures ($0,93 \pm 0,7$) ont sensiblement les mêmes facteurs de condition. Chez les femelles ($Kc = 1,06 \pm 0,93$), le facteur de condition est relativement meilleur que celui des mâles ($Kc = 0,93 \pm 0,72$).

MOTS-CLEFS: *Parailia pellucida*, Gestion des stocks, type de croissance, facteur de condition, lac Taabo, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

La gestion rationnelle des ressources halieutiques nécessite une connaissance approfondie de la biologie et l'écologie de celles-ci [1], [2]. La croissance (facteur biologique) recouvre la part d'énergie utilisée pour accroître la masse pondérale et la longueur corporelle [3], [4]. Chez les poissons, elle se manifeste par des variations de poids et de longueur qui sont des paramètres liés par une relation étroite [5]. Quatre facteurs influencent la croissance. Il s'agit des saisons [6], le sexe [7], l'âge et l'état physiologique [4]. Par ailleurs, son évaluation requiert l'utilisation d'approche comme la méthode de la structure des tailles, les marques sur les pièces osseuses, la relation longueur-poids et le Facteur de condition (Kc) [8], [4].

La relation longueur-poids constitue un outil essentiel de comparaison entre diverses populations d'une même espèce vivant dans des écosystèmes similaires ou différents [9], [10]. Quant au facteur de condition (Kc), il représente un paramètre très important en sciences halieutiques [11]. Selon [12], il est une expression de l'influence de facteurs physiologiques.

Jusqu'à ce jour, peu d'études ont été consacrées à la relation longueur-poids et au facteur de condition de l'espèce. Les données disponibles sont celles des travaux de [13] sur les paramètres morphométriques de *Parailia pellucida* (Boulenger, 1901) dans le Delta du Niger au Nigeria, celles de [14] sur les paramètres morphométriques dans la rivière Nun dans le Delta du fleuve Niger au Nigeria, celles publiées par [15] suite à une étude sur la relation taille-poids des poissons de la rivière Anambra dans le Sud-Est du Nigeria. Nous avons aussi les données publiées par [16] suite à une étude menée dans un cours d'eau Nigérien, celles qui ont sanctionné les travaux de [17] dans le réservoir de Jebba au Nigeria et de [18] sur le sex-ratio, le stade de maturité et le Facteur de condition de *P. pellucida* et *Schilbe intermedius* Rüppel, 1832 au sud-est du Nigeria. En Côte d'Ivoire, les seules données disponibles sont celles obtenues par [19] dans les rivières de la côte sud-est. Au niveau du lac Taabo, aucune étude n'a été réalisée sur l'espèce, bien que sa présence a été signalée par les auteurs [20], [6], [21].

Aussi, pour une gestion durable du stock, est-il capital d'avoir des informations fiables sur l'ensemble des paramètres biologiques et écologiques de cette espèce. D'où l'importance de la présente étude, qui est une contribution à l'acquisition de données sur la relation longueur-poids et le facteur de condition de *P. pellucida* au lac de barrage de Taabo.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le lac de barrage de Taabo est construit sur le bras principal du fleuve Bandama à 195 km de l'embouchure [22]. Il est situé à environ 110 km en aval du confluent du Bandama blanc et du Bandama rouge (Marahoué), et à environs 120 km au Sud du barrage de Kossou. La superficie approximative du bassin versant drainé dans le cadre de l'aménagement hydroélectrique de Taabo est de 58.700 km². La profondeur maximale du lac est de 30 mètres [23], [24]. Avec une superficie de 69 Km², ce lac a une côte de retenue normale de 124 m pour un volume d'eau de 625,106 m³. Selon [6], le débit moyen de ce barrage hydroélectrique atteint 128,7 m/s. Selon [25], il est localisé près du mont Taabo sur un site entouré de collines formées de roches métamorphiques. Construit entre 1975 et 1979, le barrage de Taabo a été mis en service en 1979 [26]. Il est situé entre 5°07' et 5°33' de longitude Ouest et 6°25' et 6°56' de latitude Nord (Figure 1) [6].

2.2 COLLECTE DES DONNEES

L'échantillonnage des spécimens de *Parailia pellucida* examinés a été effectué d'octobre 2016 à septembre 2017, à partir des débarquements de la pêche commerciale de *Pellonula leonensis* Boulenger, 1916 appelé communément « Mimie la go » au lac de barrage de Taabo. Les individus capturés proviennent de plusieurs zones du lac de Taabo. Ce sont, respectivement: Taabo cité (sous zone Papayer), Senegalegoum, Courandjourou et Antonio.

Les sennes à « Mimie la go » ont une longueur variant de 40,93 à 116,67, un diamètre de poche compris entre 1,5 et 3,07 m [21]. Les échantillons de poissons capturés sont identifiés à l'aide des clés de [27] et [28], conservés dans des piluliers avec du formol à 10% et transférés au laboratoire. Par la suite, les spécimens de *P. pellucida* sont mesurés au millimètre près, afin de déterminer la longueur standard (mm LS) et la longueur totale (mm LT), et pesés au milliègne de gramme près pour la détermination du poids total et du poids éviscéré. Ensuite, ces données ont servi à déterminer la relation longueur-poids et le facteur de condition composite.

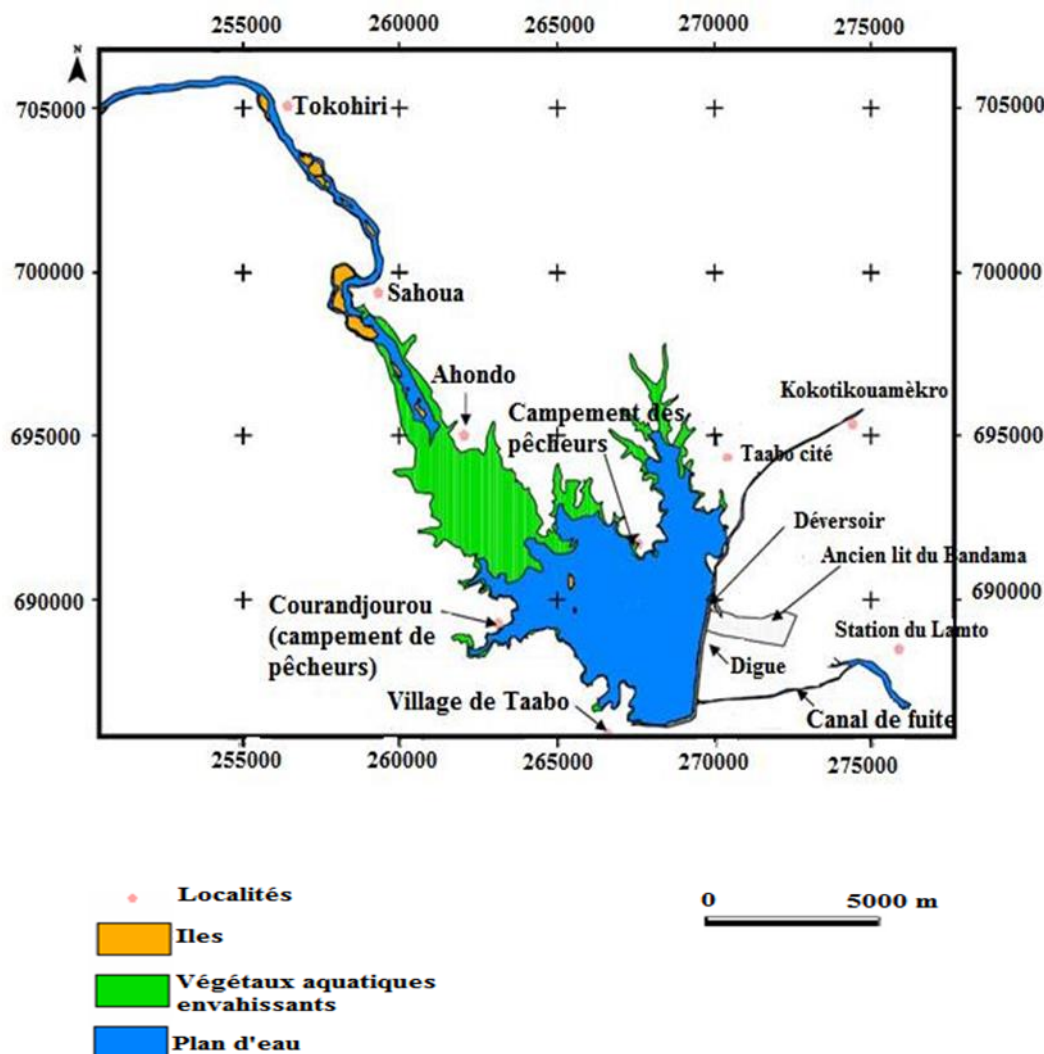


Fig. 1. Carte du lac de barrage de Taabo (Source: [24])

2.3 ANALYSE DES DONNEES

2.3.1 DETERMINATION DE LA RELATION LONGUEUR-POIDS

C'est un paramètre qui permet de vérifier le type de croissance d'une population de poisson. Elle est déterminée par la formule $P = aL^b$ [28] où P et L représentent, respectivement, le poids en gramme et la longueur standard en centimètre du poisson. Les constantes a et b sont déduites après linéarisation par la transformation logarithmique suivante: $\text{Log}(p) = \text{Log}(a) + b\text{Log}(L)$, selon [4]. La constante a est le facteur caractéristique du milieu, tandis que b est celui qui caractérise l'espèce. Lorsque la valeur de b est égale à 3, on parle de croissance allométrique. Quand b est supérieur à 3, la croissance est allométrique positive. La croissance du poisson est qualifiée d'allométrique négative dans le cas où $b < 3$. Le test t de Student au seuil de 5% a été appliqué pour vérifier si la valeur de b déduite des courbes de régression est différente de 3. Les statistiques de la régression ont été calculées avec le logiciel Statistica version 7.1.

2.3.2 DETERMINATION DU FACTEUR DE CONDITION

Le facteur de condition (K_c) composite de [30] a été utilisé. Il est déterminé selon la formule suivante: $K_c = P / LS^3 \times 10^5$, avec P = masse du poisson (g) et LS = longueur standard du poisson (mm).

3 RESULTATS

3.1 DISTRIBUTION DES POIDS ET LONGUEUR

Au total, 1091 spécimens de *P. pellucida* ont fait objet d'étude, le poids varie de 0,161g à 27,26 g, tandis que la longueur est comprise entre 28,5 et 85,46 mm LS. Quant aux spécimens femelles, la longueur varie de 40,1 à 84,6 mm LS et le poids de 0,59 à 27,26 g. Chez les mâles, le poids est compris entre 0,6 g et 21,29 g et la longueur entre 41,3 et 82,2 mm LS. Chez les individus matures, le poids et la longueur sont, respectivement, compris entre 0,64 et 27,26 g et 40,1 - 84,6 mm LS. Les individus immatures ont un poids, qui oscille entre 0,16 g et 23,97 g. Leur longueur est comprise entre 28,5 et 85,4 mm LS.

3.2 RELATION LONGUEUR-POIDS

Les valeurs des paramètres a et b de la relation longueur-poids sont présentées dans le tableau 1. Le test t de Student au seuil de signification 0,05 a montré, que les valeurs de b calculées sont statistiquement différentes de 3 ($p = 0,00000$). Par ailleurs, les valeurs de b des spécimens matures ($b = 3,73$) et immatures ($b = 4,58$) montrent une croissance allométrique positive. Par contre au niveau des deux sexes, les valeurs de b calculées indiquent une croissance allométrique positive chez les femelles ($b = 4,5$), une croissance allométrique négative chez les mâles ($b = 2,88$) et une croissance allométrique positive chez les deux sexes réunis.

3.3 FACTEUR DE CONDITION

Les valeurs du facteur de condition, les équations de régression et le coefficient de détermination r^2 sont consignées dans le tableau 2. Chez les spécimens de *P. pellucida* du lac de Taabo, les femelles ont le facteur de condition le plus important ($Kc = 1,06 \pm 0,93$), tandis qu'il est moins élevé pour les mâles. Chez mâles et femelles réunis, la valeur du facteur de condition est $1 \pm 0,84$. Le facteur de condition des immatures est compris entre 0,51 et 9,18, avec une moyenne de $0,96 \pm 0,74$, alors que celui des matures varie de 0,57 à 7,71 avec une moyenne de $0,93 \pm 0,71$. Chez les spécimens femelles, la valeur du facteur de condition fluctue de 0,55 à 9,18 avec une moyenne de $1,06 \pm 0,93$. Chez les mâles, celle-ci est comprise entre 0,56 et 7,71 avec une moyenne de $0,93 \pm 0,72$.

Tableau 1. Paramètres de la relation longueur-poids de *Parailia pellucida*

Etat de maturité	N	LS (mm)			Pds (g)			a	b	Allométrie
		Min	Max	moy±E	Min	max	moy±E			
Immature	762	28,5	85,46	57,89±8,91	0,16	23,97	2,07±2,23	0,11	4,58	A+
Mature	329	40,16	84,67	64,53±9,91	0,64	27,26	2,65±2,29	0,09	3,73	A+
immature+mature	1091	28,5	85,46	59,89±9,71	0,161	27,26	2,25±2,26	0,1	4,17	A+
Sexe										
Femelle	418	40,16	84,67	63,74±9,43	0,59	27,26	2,96±2,97	0,11	4,5	A+
Mâle	355	41,3	82,28	61,06±8,25	0,6	21,29	2,18±1,75	0,08	2,88	A-
femelle+mâle	773	40,16	84,67	62,51±9	0,59	27,26	2,6±2,51	0,1	4,13	A+

N = effectif; A+ = allométrie positive; A- = allométrie négative; E = écart-type; min = minimale; max = maximale; moy = moyenne; b = coefficient d'allométrie; a = constante.

4 DISCUSSION

La comparaison de l'allure des deux courbes de relation longueur-poids de *Parailia pellucida* montre, que celle des immatures croît plus vite (Figure 2a). Ce qui traduit une croissance pondérale élevée des spécimens immatures. Cela est confirmé par la valeur du coefficient d'allométrie b. Les individus immatures grossissent plus que les individus matures. La faible croissance des poissons dans un milieu pourrait s'expliquer par la surexploitation ou des conditions environnementales défavorables [31], [32]. Cette observation corroborent celles de [33] et [21], qui ont signalé une forte pression de pêche sur les populations de *Pellonula leonensis* qui est la cible principale de pêche dans les zones échantillonnées du Lac de barrage de Taabo. Cette faible croissance des spécimens de *Parailia pellucida* matures serait due au fait, que leur biomasse est plus accessible aux engins utilisés, car ils sont un peu plus grand et gros (40,16 mm LS et 0,64 g). Cela, contrairement aux immatures qui sont petits de taille et de forme, et qui échappent souvent aux sennes à Mimie la go. Ces différentes valeurs de b (mature:

3,73 et immature: 4,58) indiquent une croissance allométrique positive chez *P. pellucida*. Ce résultat a également été noté par [13] en milieu lacustre au Nigeria. En effet, cet auteur a indiqué, que *P. pellucida* est caractérisé par une croissance allométrique positive avec $b = 3,23$.

Tableau 2. Equation de la regression longueur-poids et facteur de condition Kc

Etat de maturité	n	Equation de régression	r ²	Facteur de condition		
				Min	Max	Moy ± Ecart type
Immature	762	$P = 0,115LS^{4,58}$	0,21	0,51	9,18	0,96±0,74
Mature	329	$P = 0,099LS^{3,73}$	0,18	0,57	7,71	0,93±0,71
immature+mature	1091	$P = 0,107LS^{4,17}$	0,21	0,51	9,18	0,95±0,73
Sexe						
Femelle	418	$P = 0,117LS^{4,5}$	0,13	0,55	9,18	1,06±0,93
Mâle	355	$P = 0,083LS^{2,88}$	0,15	0,56	7,71	0,93±0,72
femelle+mâle	773	$P = 0,107LS^{4,13}$	0,14	0,55	9,18	1±0,84

n: effectif; r²: coefficient de détermination; Min: minimal; Max: maximal; Moy: moyenne

L'allure des courbes de relation longueur-poids des deux sexes (Figure 2b) montrent, qu'à taille égale, les individus femelles pèsent plus que les mâles. Les valeurs de la relation longueur-poids des deux sexes mâle et femelle de notre étude révèlent une croissance allométrique en faveur du poids ($b = 4,5$) chez les femelles tandis que chez les mâles cette croissance est allométrique, mais en faveur de la taille ($b = 2,88$). Chez les deux sexes réunis, la valeur calculée de b indique, que la croissance est allométrique en faveur du poids ($b = 4,13$). Ce résultat corrobore également ceux obtenus par [13] et [19] chez *P. pellucida* respectivement dans la rivière Nun dans le Delta du Niger au Nigeria ($b = 3,23$) et dans les rivières de la côte du Sud-Est de la Côte d'Ivoire ($b = 3,72$). Ils ont montré, que chez *P. pellucida* la croissance est allométrique en faveur du poids ($b > 3$). Nos résultats corroborent ceux trouvés par [34] ($b = 3,13$) chez *Schilbe intermedius* dans la vallée de l'Ouémé au Bénin. La même observation a été faite chez *S. intermedius* en Côte d'Ivoire ($b = 3,31$) (données non publiées, in Lévêque et Paugy (1999) cité par [35] [36]. ont également obtenus un résultat similaire au notre ($b > 3$) chez l'espèce *Schilbe mystus* (Linnaeus, 1758) dans certaines rivières du Nord de la Côte d'Ivoire. Par ailleurs, nos résultats sont contraires à ceux de [37]; [38] qui ont obtenu respectivement $b = 2,22$ et $b = 2,56$ pour l'espèce *P. pellucida* [39]. ont indiqué une croissance allométrique positive ($b = 3,177$) et une croissance de type allométrique en faveur de la longueur ($b = 2,564$), respectivement, chez *Schilbe mandibularis* (Günther, 1867) et *S. intermedius*.

Les différences de croissance constatées chez les poissons pourraient s'expliquer, par ailleurs, par la disponibilité alimentaire, l'état de maturité et le sexe [40]. Cet auteur souligne, que Les normes généralement admises pour le coefficient d'allométrie se situent entre 2,5 et 3,5. Ainsi, en dehors de la valeur de b (2,88) obtenu chez les spécimens mâles, les valeurs de coefficient d'allométrie de *P. pellucida* déterminées dans notre étude sont totalement différentes de celles rapportées dans la littérature. Ces différences pourraient traduire la bonne qualité du milieu aquatique dans les zones échantillonnées dans le cadre de notre étude. Selon [41], le coefficient d'allométrie est lié à la qualité de l'environnement aquatique.

Les valeurs du coefficient de corrélation (r^2) sont très faibles chez les populations exploitées (matures + immatures: $r^2 = 0,21$; femelles + mâles $r^2 = 0,14$). Des résultats similaires ($r^2 = 0,46$) ont été observés par [37] chez *P. pellucida*. Ces faibles valeurs de r^2 traduisent une relation moins forte entre le poids et la taille des poissons. En outre, celles-ci montrent, que la croissance en longueur des spécimens de *P. pellucida* étudiés n'est pas proportionnelle à l'augmentation du poids, comme cela a déjà été montré par les valeurs de b . Ces résultats diffèrent de ceux de [14], [19]. Ils diffèrent également de ceux obtenus par [13] chez *P. pellucida* dans le Delta du Niger au Nigeria. En effet, tous ces auteurs ont trouvé des valeurs de coefficient de corrélation très élevées ($r^2 > 0,9$); ce qui traduit une très forte relation entre le poids et la longueur dans ces différents milieux. Cette différence pourrait s'expliquer par les différences de qualité entre les milieux échantillonnés [41].

Selon [42], le facteur de condition est un indice qui traduit, d'une part, la condition physiologique des poissons et, d'autre part, les facteurs biotiques et abiotiques du milieu. En effet, cet indice rend compte du bien-être des populations le long de leur cycle de vie. Les moyennes de facteur de condition de notre étude, ($0,95 \pm 0,73$ pour les immatures et matures, et $1 \pm 0,84$ pour les deux sexes réunis) confirment le résultat obtenu par [13], ($Kc = 0,96$) pour cette même espèce dans la rivière Nun dans le Delta du Niger au Nigeria. Les différentes valeurs du facteur de condition dans notre étude indiquent, que les spécimens de *P. pellucida* exploités sont dans de bonnes conditions. Selon [43] la gamme de facteur de condition pour un état d'embonpoint des poissons se situe dans l'intervalle 1,0 à 2,5. Par ailleurs, les auteurs [18] ont obtenu des résultats différents des nôtres chez

des spécimens de *P. pellucida* mâles ($K = 0,64$) et femelles ($K = 0,5$) dans le cadre d'une étude réalisée dans les rivières du Sud-Est du Nigeria. En effet, le facteur de condition n'est pas constant pour un spécimen, une espèce ou une population donnée [12], [44]. Ces auteurs indiquent également qu'une différence entre les facteurs de condition des populations peut être liée à la quantité et/ou à la qualité des aliments disponibles dans les différents milieux de capture.

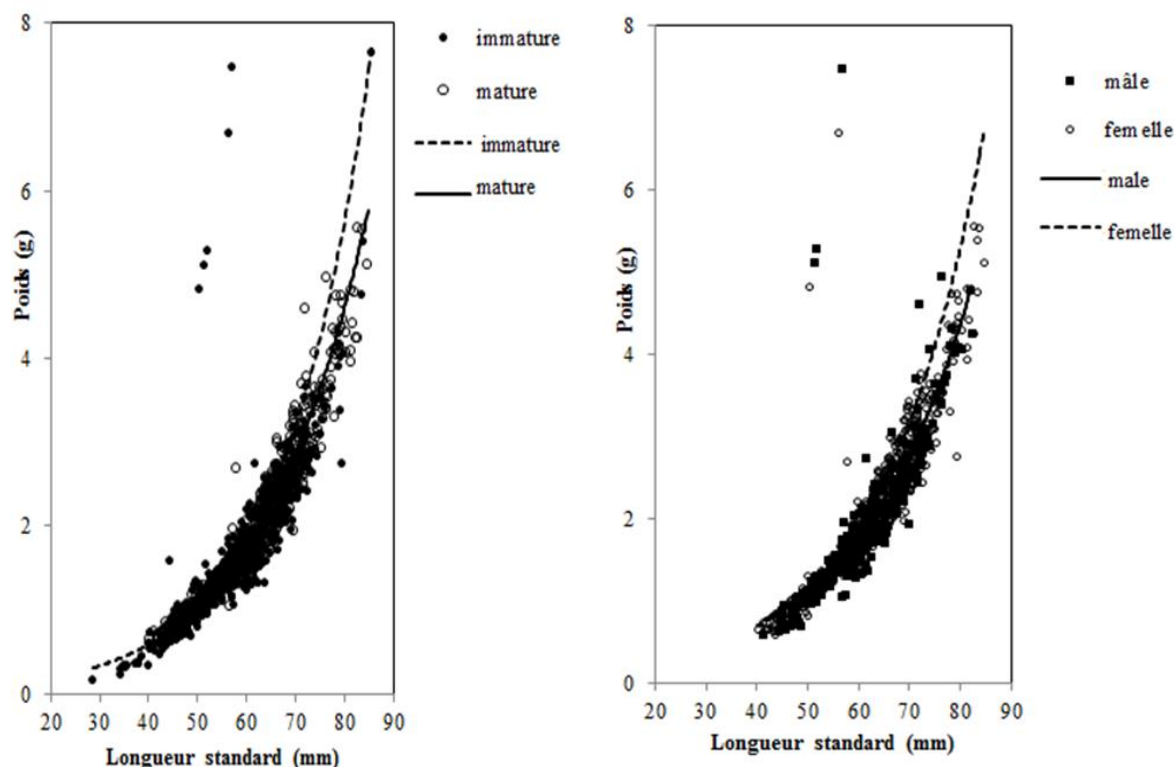


Fig. 2. Relation Longueur-Poids de *Parailia pellucida* capturés par les sennes à Mimie la go entre octobre 2016 et septembre 2017 en fonction du sexe et de l'état de maturité sexuelle

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous retiendrons qu'elle nous a permis d'avoir les premières données sur les paramètres de la relation longueur-poids et le facteur de condition du Schilbeidae *Parailia pellucida* au lac de barrage de Taabo. Les différents modèles de croissance ont montré, que les individus matures et immatures de cette espèce grossissent plus qu'ils ne grandissent. Les femelles ont une croissance allométrique en faveur du poids, tandis que les mâles sont caractérisés par une croissance de type allométrique négative. Par ailleurs, l'étude des moyennes de facteur de condition a révélé, que les valeurs fluctuent entre 0,95 et 1 pour les individus matures et immatures, ainsi que pour les femelles et les mâles. Ces valeurs traduisent un meilleur bien-être des poissons dans ce milieu. Dans la perspective d'une co-gestion durable au lac de barrage de Taabo de la pêche à Mimie la go dont *Parailia pellucida* constitue l'espèce secondaire de capture, il s'agira de conduire des études plus approfondies, qui prendront en compte d'autres aspects de la bioécologie de cette espèce.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) pour son soutien matériel dans la réalisation de ce travail qui s'inscrit dans le cadre de son programme de monitoring des pêcheries du lac Taabo, en vue de la mise en œuvre d'un plan de co-gestion. Egalement, nous adressons nos sincères remerciements aux pêcheurs Kouadio Bertin et Aka Kouassi Archille, qui interviennent dans la pêche à Mimie la go au lac de barrage de Taabo.

REFERENCES

- [1] Greiner R. & Gregg D. Considering recreational catch and harvest in fisheries management at the bio regional scale. *Fisheries Management and Ecology*, 17 (4): pp. 336-345, 2010.
- [2] Naeem M., Narejo N. T., Salam A., Rasool S. A., Khalid M. & Ishtiaq A. Length-weight relationships of juvenile *Pangasius* with special reference to body size and condition factor. *Sindh University Research Journal (Science Series)*, 47 (3): pp. 523-526, 2015.
- [3] Jorgensen C. & Fiksen O. State-dependent energy allocation in cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 199: pp. 186-199, 2006.
- [4] Lévêque C. & Paugy D. Les poissons des eaux continentales africaines. Institut de Recherche pour le Développement. IRD Edition, Paris. pp. 564, 2006.
- [5] Coulibaly N. D. Relation longueur-poids chez quatre espèces de poissons de la rivière Sourou au Burkina Faso. *International Journal of Biology and Chemical Science*, 2 (3), pp. 331–338, 2008.
- [6] Aliko N. G., Da Costa K. S., Konan K. F., Ouattara A. & Gourène G. Fish diversity along the longitudinal gradient in a man-made lake of West Africa, Taabo hydroelectric reservoir, Ivory Coast. *Ribarstvo*, 68 (2): pp. 47-60, 2010.
- [7] Da N., Ouédraogo R. & Ouéda A. Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (4): pp. 1601-1610, 2018.
- [8] Kabré A.T. & Illé A. Rétrécissement saisonnier des superficies d'eau, variation physico-chimique et production des pêcheries artisanales de Bagré. Centre-Est Burkina-Faso. *Tropicultura*, 18: pp. 130-135, 2000.
- [9] Stergiou K. I. & Moutopoulos D. K. A review of length-weight relationship of fishes from greek marine waters. *Naga*, 24 (1-2): pp. 23-39, 2001.
- [10] Odat N. Length-weight relationship of fishes from coral reefs along the coastline of Jordan (Gulf of Aqaba). *Naga*, 26 (1): pp. 9-10, 2003.
- [11] Gogbé Z. M., Blahoua K. G., Bamba M. & N'Douba V. Length-Weight Relationship and Condition Factor of *Parachanna obscura* (Günther, 1861) in Man-Made Lake Ayamé 2 and Agnéby River (Côte d'Ivoire). *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 7 (8): pp. 9-16, 2017.
- [12] Kartas F. & Quignard J. P. La fécondité des poissons téléostéens. Masson (Collection de biologie des milieux marins 5), Paris. 117 p, 1984.
- [13] Abowei J. F. N., 2009. Morphometric parameters of *Parailia pellucida* (Boulenger, 1901) from the Fresh Water Reaches of Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *Advance Journal of Food Science and Technology* 1 (1): pp. 43-50, 2009.
- [14] Abowei J. F. N. & Hart A. I. Some morphometric parameters of ten Finfish species from the Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *Research Journal of Biological Sciences*, 4 (3): pp. 282-288, 2009.
- [15] Ezenwaji H. M. G. Length-weight relationships of fishes from anambra river, southeastern Nigeria. *Animal Research International*, 1 (1): pp. 1 – 6, 2004.
- [16] Olatunde A.A. The distribution, abundance and trends in the establishment of the family Schilbeidae (Osteichthyes: Silluriformes) in Lake Kainji, Nigeria. *Hydrobiologia*. 56: pp. 69-80, 1977.
- [17] Olaosebikan B. D., Muschoot T. & Umar Y. Growth, mortality and yield of *Parailia pellucida* (Siluriformes: Schilbeidae) in the upper portion of Jebba reservoir, Nigeria. *Nigerian journal of fisheries*. Vol 2/3 (2) pp. 343-357, 2006.
- [18] Uneke B. I. & Alionye G. Sex ratio, gonad maturation and condition factor *Parailla pellucida* and *Schilbe intermedius* in the Mid Cross River Flood System, Southeastern, Nigeria. *American Journal of Science and Technology*. Volume 2, No. 4, pp. 183-187, 2015.
- [19] Konan K. F., Ouattara A., Ouattara M. & Gourène G. Weight–length relationship of 57 fish species of the coastal rivers in south–eastern of ivory coast. *Ribarstvo*, 65, (2), pp. 49-60, 2007.
- [20] Traore K., 1996. Etat des connaissances sur les pêcheries continentales ivoiriennes. Rapport de consultation. Archive de document de la FAO. Disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag188f/ag188f00.HTM>. (02 décembre 2016).
- [21] Ahoutou K. E., Da Costa K. S., Dietoa Y. M. & Essetchi P. K. Diagnostic de l'état d'exploitation du stock de *Pellonula leonensis* Boulenger, 1916 (Piscès: Clupeidae) au lac de barrage de Taabo par l'application de la méthode des indicateurs biologiques. *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 25 No. 2, pp. 623-637, 2019.
- [22] Gbocho Y. F., Diakité N. R., Akotto O. F. & N'Goran K. E. Dynamique populations de mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* dans le lac du barrage de Taabo (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.25, Issue 3: pp. 3939-3953, 2015.
- [23] Kouassi K. L., Goné D. L., Meledje N. H., Wognin A. V. & Aka K. Hydrologie et évolution spatio-temporelle des charges solides en suspension dans le lac du barrage hydroélectrique de Taabo (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 18 (3): pp. 464-478, 2007.

- [24] Grog N. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse (France). pp. 224, 2012.
- [25] Ouattara G. & Koffi B. G. Etude Pétrographique et Structurale des Granitoïdes du Site du Barrage de Taabo (Centre de la Côte d'Ivoire): Contribution à la Compréhension des Pertes Possibles d'eau du Lac. International journal of innovation and applied studies. 2 (4): pp. 621-634, 2013.
- [26] Kaisers Engineers & Constructors. Aménagement hydroélectrique de Taabo: Rapport final de l'aménagement. Affaire 7311 (2): 263 p, 1980.
- [27] Lévêque C., Paugy D. & Teugels G. Faune des poissons d'eau douce et d'eau saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. Paris, Mrac-Orstom, collection Faune tropicale., tome 1, 384 p, 1990.
- [28] Lévêque C., Paugy D. & Teugels G. Faune des poissons d'eau douce et d'eau saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. Paris, Mrac-Orstom, collection Faune tropicale., tome 2, 902 p, 1992.
- [29] Ricker W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries research Board of Canada, 191: pp. 1-382, 1975.
- [30] Postel E. Théorie des pêches (Dynamique des populations exploitées). Fascicule 2, 1973.
- [31] Adebola T.O., Bello-Olusoji O. A., Fagbenro A. O. & Sabejeje T.A. Length Weight Relationship and Condition Factor of Four Commercially Important Fish Species at ERO Reservoir, Ekiti State, Nigeria. International Journal of Inovative Research and Development, 5 (9): pp. 324-328, 2016.
- [32] Torçu-Koc H., Erdogan Z. & Treer T. A review of length–weight relationships of fishes from freshwaters of Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 22: pp. 264–270, 2006.
- [33] Kone N. Étude de la pêche, des paramètres des populations et de la biologie de la reproduction du clupeidae *Pellonula leonensis* Boulenger, 1916 dans les lacs de Barrages de Kossou et de Taabo (fleuve bandama, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Felix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire), 174 p, 2012.
- [34] Salako O. Contribution à l'étude de l'écologie et de la biologie des espèces de poisson du genre *Schilbe* (Schilbeidae) dans la vallée de l'Ouémé: habitat, alimentation, croissance et reproduction. Mémoire d'Ing. Trav. CPU/Université Nationale du Bénin, 1999.
- [35] Lévêque C. Croissance et ontogénie. In Les Poissons des Eaux Continentales Africaines: Diversité, Ecologie, Utilisation par l'Homme, Lévêque C, Paugy D (eds). IRD: Paris (France); pp. 153– 166, 1999.
- [36] Lévêque C. & Herbinet P. Caractéristiques méristiques et biologiques des *Schilbe mystus* (Pisces, Schilbeidae) en Côte d'Ivoire. Cahiers ORSTOM série Hydrobiologie. 13: pp. 161–170, 1980.
- [37] Koffi K. B. Diversité de l'ichtyofaune et écologie trophique de quelques espèces dans le complexe lagunaire Aby-tendo-ehy (cote d'ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire). 193 p, 2015.
- [38] Amachree D. & Chigeru K. Composition, length-weight relationship and condition factor of schilbeidae (siluriformes) from agbura landing site, bayelsa state, Nigeria. Global Scientific Journal. Volume 7, Issue 2. Pp. 210-218, 2019.
- [39] Ecoutin J. M. & Albaret J. J. Relation longueur-poids pour 52 espèces de poissons des estuaires et lagunes de l'Afrique de l'ouest. International journal of ichthyology, 27 (1): pp. 3-9, 2003.
- [40] Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22 (4): pp. 241-253, 2006.
- [41] Yakubu Y. I., Oluranti B. N., Ewutanure J. & Rilwan U. Food Habit and Growth Pattern of *Oreochromis niloticus* in Wase Dam, Nigeria. Nature and Science, 14 (12): pp. 46-49, 2016.
- [42] Angelescu V., Gneri F. S. & Nani A. La merluza del Mar Argentino (Biologia y Taxonomia). Servicio de Hidrografia Naval, Secretaria de Marina, 1004: pp. 1-244, 1958.
- [43] Ekanem S.B. Some reproductive aspects of *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepede) from Cross River Nigeria. NAGA, the ICLARM Quarterly 23 (2): pp. 24-27, 2000.
- [44] Koné T. Régime alimentaire et reproduction d'un tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven (Belgique), 253 p, 2000.

Impact of degradation on the above-ground biomass of plants composing the shrub layer of Djebel Zaghouan

Sana Dallali^{1,2}, Hanen Bouraoui¹, Rabiaa Mouhbi¹, Ikbel Zaouaoui¹, Foued Hasnaoui¹, and Lamjed Toumi¹

¹Silvo-Pastoral Institute of Tabarka, University of Jendouba, Tabarka, Tunisia

²Research Laboratory for Agricultural Production Systems and Sustainable Development, Higher School of Agriculture, 1121 Mograne, Zaghouan, Tunisia

Copyright © 2020 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 above-ground shrub biomasses were studied in a degradation sequence of Djebel Zaghouan. The plots of 25 and 400 m² each were geolocated with a breakdown into three stages of degradation: degraded, moderately degraded and preserved. Mathematical models were developed for each species to determine the relationships of aboveground biomass as a function of biovolume and crown surface. Regression equations are of different types: logarithmic, power, polynomial, linear and exponential with high coefficient of determination (R²). The highest total phytomass was recorded at station 14 with an average production of 17.48t / ha and a significant degree of recovery of 61.13%. However, the lowest aerial phytomass was recorded in station 22 (0.561t / ha) with a recovery rate of 6%.

KEYWORDS: Biomass, Degradation, Allometric relations, Djebel Zaghouan.

1 INTRODUCTION

Due to its particular geographical location, Tunisia benefits from a very varied range of climates favoring the development of a rich and diverse flora. Indeed, Tunisia is home to more than 2,200 plant species, of which more than 350 are recognized as having medicinal properties (Belghith, 2005). This richness in plant species is undergoing an alarming degradation by permanent overgrazing and continuous overexploitation of forests. In an approach which aims at the rehabilitation as well as the enhancement of natural environments, more specifically the extinct or endangered wild fauna and flora, Tunisia has adopted a strategy based on the creation of national parks and natural reserves. These places are managed by the Directorate General of Forests (DGF) and spread over the entire territory of the country.

Djebel Zaghouan shows an increasingly intense degradation because it is occupied by a large population which has the right of use. This degradation is manifested by holm oaks in a very poor state of development which is caused by the combination of both biotic and abiotic factors (Nsibi et al., 2006). The degraded state of the forest is assessed by retenting various criteria relating to density, vigor of trees and animals and the quality of soil functioning. Degradation is not necessarily a precursor of deforestation; forests can remain degraded for a long time. (Angelsen, 2008). However, in the most severe cases, forest degradation can lead to deforestation (Kamungandu, 2009). The process of degradation of plant formations is complex by the multiplicity of factors in the presence of possible interactions requiring the analysis of these factors (Simula, 2009).

The present study aims to evaluate the aerial shrub phytomass of species falling under each stage of degradation of the *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus*.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 CHOICE OF EXPERIMENTAL PLOTS

The prospection of the forest of the Djebel Zaghouan made it possible to choose the zone established from the vegetation map (CRDA Zaghouan, 2007). This vegetation is composed of a group of *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus*. For each plot, the geographic coordinates were determined. Each of these plots covers an area of 400m² (square plots of 20 m side). The projection surfaces of all the shrub species were determined followed by the calculation of the degree of coverage. These plots have been classified into three degradation categories: degraded stage when the degree of coverage is less than 20%, moderately degraded (coverage between 20 and 35%) and preserved stage when this rate exceeds 35%. The plots, numbering 25, were classified according to the degradation categories.

2.2 DETERMINATION OF BIOMASS

The method adopted in the estimation of biomass in this work is that of non-destructive stratification (Etienne, 1989). The floristic composition of the tree layer and the maquis was established from floristic surveys of 400 m², each, carried out in the 25 plots according to the Braun-Blanquet method (Braun-Blanquet, 1928). This composition varied depending on the station and the stage of degradation.

The measurements of the morphometric parameters of the shrub (large diameter, small diameter and height) were carried out on all individuals of different species in each plot. At each plot, 6 individuals of different sizes (small, medium, large and very large) per species were selected for slaughter. The biovolume of semi-spherical shaped shrubs was estimated from the morphotype function formula following hemispherical:

$$V = \frac{4}{3} \pi h \frac{D_m^2}{4}$$

Where h: is the maximum height and D_m: is the arithmetic mean between the small and the large diameter of the studied shrubs.

2.3 CALCULATION OF DRY WEIGHT AND ESTIMATION OF BIOMASS

The sampled plant material was separated for each species in each plot into two compartments: the stems and the leaves. The weight of leaf and stem samples of each species was determined fresh, then after steaming to constant weight. The drying temperatures were maintained at 70 °C for 72 hours. We then proceeded to estimate the dry biomass of all individuals of the different species by site. The extent of the study site in the Park was obtained using satellite images where the shades of color are the same.

Fieldwork required the use of a graduated pole to measure height and diameters, a saw for cutting, bags, precision scales to weigh leaves and twigs, a compass and a GPS (Global Positioning System) type Magellan Pro.

The determination of the biomasses of the different plots was obtained by carrying out the applications of three functions including the projection surface, the bio volume and the two parameters together. The formula adopted being:

$$Biomass (kg/ha) = \frac{10000}{400} \sum_{i=1}^q n_i b_i$$

Where b_i is the equation of species q and n_i is the number of individuals of species q

The different equations used to determine the above-ground biomass as a function of the variables (volume, surface of the crown and these two parameters together) were established by choosing individuals of the most representative species. We did not consider individuals whose measurements do not reflect biomass.

Then, the biomasses in the three stages of degradation were deduced. The primary aerial productivities were determined by applying the following formula (Sebei et al., 2008).

2.4 DETERMINATION OF RECOVERY

The coverage of each plot was estimated by proceeding by summing the areas of all the individuals of the species in the plot by assimilating the projection area of the crown of each individual to an ellipse of formula; with a: half of the large diameter and b: half of the small diameter.

3 RESULTS

BIOMASSES OF DIFFERENT SPECIES IN PLOTS OF DIFFERENT DEGRADATION STATES OF DJEBEL ZAGHOUAN

BIOMASS AT THE SCALE OF INDIVIDUALS OF THE SPECIES

The parameters of the height, the small and the large diameter of the shrubs were measured in order to be able to determine their areas and volumes. The minimum, average and maximum values of the various parameters are summarized in Tables 1 and 2.

The data in these tables illustrate a large variability in the biometric values used in this study.

For height, the greatest variability was observed in *Pistacia lentiscus* with an average value of 1.35 m, ie a biovolume of 810 dm³ and an average total biomass of 4.330 kg of dry matter. The smallest variability was observed in *Smilax aspera* with an average height of 0.40 m, with a biovolume of 20 dm³ and an average total biomass of 0.033 kg of dry matter.

Regarding the large diameter (D), *Pistacia terebinthus* also showed the greatest variability with an average value of 0.86 m. On the other hand, the smallest large diameter was recorded in *Rhamnus alaternus* (0.25 m), i.e. a biovolume of 11 dm³ and an average total biomass of 0.122 kg of dry matter. For the small diameter, the greatest variability was observed in *Pinus halepensis* with an average value of 0.70 m. Thus, for the smallest variability was observed in *Rhamnus alaternus* with an average diameter of 0.15 m.

The results presented in Table 5 show that *Phillyrea latifolia* produced a high average biomass (4.4 kg dry weight subdivided into 0.7 kg of leaves, 3.7 kg of stems and 0.04 kg of twigs). *Marrubium vulgare* produced the lowest biomass (13.81g dry matter). Other shrub species produced very high total biomasses: *Pistacia lentiscus* (4330 g), *Quercus coccifera* (4299 g), *Quercus ilex* (4115 g), *Anagyris foetida* (3850g), *Pinus halepensis* (3846g) and *Ceratonia siliqua* (3450 g).

In order to better understand the relationships between shrub biomass and occupied biovolume, models were developed for each species studied. The biomass of the samples was calculated using allometric relationships established from data from sample shrubs.

Table 1. Characteristics of height in m, of small and large crown diameters in m, of sampled plants of the 30 species of the shrub layer of Jebel Zaghouan

Species	N	Large diameter		Small diameter		Height	
		moy±std	min-max	moy±std	min-max	moy±std	min-max
P. lentiscus	93	0,86±0,05	0,44-1,80	0,74±0,04	0,40-1,20	1,35±0,07	0,60-2
P. latifolia	125	0,60±0,03	0,29-0,96	0,517±0,03	0,20-0,88	1,05±0,07	0,39-1,5
C. villosa	94	0,43±0,18	0,16-0,98	0,33±0,18	0,10-0,90	0,53±0,17	0,28-1
E. multiflora	54	0,39±0,15	0,2-0,88	0,31±0,13	0,15-0,74	0,44±0,15	0,23-0,94
G. alypum	85	0,44±0,19	0,20-0,91	0,32±0,18	0,1-0,85	0,52±0,20	0,28-0,99
A. mauritanica	20	0,61±0,15	0,25-0,88	0,5±0,2	0,10-0,75	0,68±0,16	0,30-0,95
A. microcarpus	21	0,39±0,20	0,11-0,75	0,32±0,20	0,07-0,71	0,48±0,21	0,21-0,97
T. algeriensis	14	0,31±0,10	0,18-0,58	0,21±0,08	0,11-0,45	0,40±0,11	0,2-0,67
R. alaternus	18	0,25±0,03	0,2-0,35	0,15±0,03	0,10-0,23	0,37±0,05	0,3-0,57
G. tricuspidata	18	0,49±0,19	0,19-0,85	0,39±0,18	0,16-0,78	0,53±0,20	0,20-0,86
P. halepensis	28	0,84±0,34	0,23-1,50	0,70±0,29	0,12-1,30	1,26±0,18	0,90-1,95
A. foetida	10	0,69±0,04	0,40-0,89	0,60±0,04	0,32-0,83	0,78±0,04	0,50-0,96
T. polium	16	0,57±0,23	0,25-0,97	0,48±0,26	0,19-0,89	0,65±0,22	0,38-1
C. siliqua	25	0,80±0,04	0,3-1,2	0,71±0,04	0,25-1	0,95±0,05	0,44-1,5
Q. coccifera	19	0,80±0,04	0,48-1,2	0,69±0,04	0,39-0,96	0,95±0,05	0,66-1,5
R. officinalis	30	0,77±0,12	0,35-0,97	0,68±0,12	0,32-0,86	0,85±0,11	0,46-0,99
O. europea	25	0,49±0,03	0,29-0,95	0,38±0,02	0,21-0,80	0,90±0,04	0,55-1,5
J. oxycedrus	16	0,48±0,24	0,2-0,97	0,37±0,24	0,12-0,85	0,58±0,23	0,30-1
S. aspera	8	0,32±0,07	0,20-0,45	0,21±0,06	0,11-0,33	0,40±0,10	0,20-0,56
Q. ilex	24	0,69±0,07	0,26-1,5	0,56±0,05	0,13-1,10	0,80±0,07	0,37-1,6
C. salvifolius	18	0,54±0,14	0,30-0,85	0,38±0,15	0,10-0,70	0,48±0,12	0,25-0,70
C. monspeliensis	46	0,41±0,11	0,22-0,80	0,31±0,12	0,16-0,78	0,67±0,15	0,27-1
R. peregrina	24	0,45±0,18	0,22-0,85	0,35±0,20	0,12-0,82	0,53±0,16	0,31-0,88
S. tenacissima	12	0,33±0,13	0,19-0,59	0,22±0,12	0,13-0,54	0,43±0,10	0,30-0,60
H. coronarium	15	0,45±0,12	0,25-0,68	0,35±0,12	0,15-0,57	0,54±0,13	0,30-0,76
G. robertianum	16	0,34±0,33	0,12-1,6	0,21±0,12	0,10-0,60	0,40±0,15	0,24-0,90
A. unedo	15	0,70±0,07	0,31-1,30	0,59±0,06	0,25-1	0,83±0,08	0,47-1,5
M. vulgare	21	0,59±0,21	0,25-0,89	0,51±0,21	0,18-0,85	0,67±0,21	0,30-0,94
P. terbinthus	5	0,93±0,20	0,65-1,75	0,67±0,12	0,56-1,25	1,26±0,18	0,90-1,95
C. azarolus	24	0,60±0,26	0,30-1,30	0,48±0,21	0,24-0,89	1,03±0,34	0,46-1,60

N: the number of individuals of the different species sampled; avg ± std: mean ± standard deviation; min-max: minimum and maximum diameters

The models applied are carried out using a smaller number of individuals per species, in order to have a good fit for the points on the graph and to have significant correlation coefficients.

Table 2. Characteristics of total and compartmental biomasses (g), projection surfaces (m²) and biovolume (m³) (mean standard deviation and minimum maximum values) of the sampled species of Djebel Zaghouan

Espèces	Leaf biomass		Stem biomass		Biomass of twigs		Total biomass		Area		Volume	
	moy±std	Min-max	moy±std	Min-max	moy±std	Min-max	moy±std	Min-max	moy±std	Min-max	moy±std	Min-max
<i>Pistacia lentiscus</i>	1042±102	32-2156	3183±189	1383-5177	104±22	13-645	4330±26	2069-6861	0,54±0,05	0,17-1,69	0,81±0,11	0,103-2,57
<i>Phillyrea latifolia</i>	913±65	241-1567	640±51	66-1385	56±80	7-200	1628±99	365-2542	0,27±0,02	0,04-0,66	0,34±0,04	0,02-0,99
<i>Calicotome villosa</i>	54,12±0,03	9-185	213,00±0,18	26-912	69,00±0,04	12-182	336,00±0,18	91-961	0,14±0,14	0,015-0,692	0,09±0,14	0,005-0,69
<i>Erica multiflora</i>	53,12±0,02	9-103	167,29±0,19	17-764	40,51±0,03	6-167	260,93±0,19	58-838	0,11±0,10	0,028-0,49	0,06±0,1	0,007-0,44
<i>Globularia alypum</i>	19,03±0,02	10-121	57,87±0,20	17-689	100,64±0,02	4-111	177,53±0,20	85-714	0,14±0,14	0,01-0,60	0,10±0,14	0,005-0,60
<i>Ampelodes maura</i>	24,87±0,02	2-94	-	-	-	-	24,87±0,02	2-94	0,26±0,12	0,01-0,51	0,19±0,11	0,005-0,49
<i>Asphodelus microcarpus</i>	29,36±0,02	7-94	8,31±0,20	4-13	-	-	37,68±0,02	14-103	0,13±0,13	0,006-0,41	0,09±0,12	0,001-0,38
<i>Thymus algeriensis</i>	39,56±0,02	9-84	91,87±0,01	11-457	44,37±0,03	1-102	175,00±0,11	37-487	0,05±0,04	0,01-0,204	0,02±0,03	0,003-0,13
<i>Rhamnus alaternus</i>	20,00±0,02	3-89	82,09±0,024	48-148	20,00±0,007	7-39	122,00±0,03	64-215	0,03±0,011	0,015-0,063	0,011±0,005	0,004-0,025
<i>Genista tricuspidata</i>	30,50±0,02	6-73	183,00±0,15	27-646	51,40±0,04	15-167	265,77±0,15	96-683	0,17±0,14	0,023±0,52	0,118±0,120	0,004-0,39
<i>Pinus halepensis</i>	678±74	12-1591	3117±290	147-5510	52±06	10-119	3846±25	1216-6149	0,52±0,07	0,02-1,42	0,64±0,12	0,007-2,35
<i>Anagyris foetida</i>	692±13	86-1312	3090±24	1513-3926	68±80	3-96	3850±23	2074-5083	0,34±0,04	0,10-0,58	0,29±0,05	0,05-0,56
<i>Teucrium polium</i>	31,72±0,03	11-94	2698±213	1134-4612	52±50	13±92	3450±237	1666-5924	0,49±0,05	0,06-0,94	0,52±0,07	0,03-1,41
<i>Ceratonia siliqua</i>	700±94	175-1952	139,23±0,21	27-815	49,63±0,02	13-111	276,45±0,26	122-1203	0,48±0,27	0,02-1,02	0,55±0,45	0,007-1,84
<i>Quercus coccifera</i>	601±11	182-2534	3548±18	2467-4895	151±40	25-760	4299±17	304-5777	0,46±0,05	0,14-0,9	0,49±0,08	0,09-1,35
<i>Rosmarinus officinalis</i>	35,88±0,03	15-143	40,96±0,04	11-187	4,69±0,02	1-87	81,53±0,05	37-274	0,42±0,12	0,08-0,64	0,37±0,14	0,04-0,64
<i>Olea europea</i>	504±41	255-1094	1043±01	400-2603	15±30	4-63	1561±107	952-3102	0,16±0,02	0,04-0,59	0,17±0,03	0,02-0,89
<i>Juniperus oxycedrus</i>	45,33±0,02	12-93	178,72±0,19	16-578	22,38±0,02	2-85	246,44±0,18	70-603	0,18±0,19	0,02-0,64	0,14±0,19	0,007-0,64
<i>Smilax aspera</i>	0,023±0,028	7-82	9,4±0,0	05-12	-	-	32,800±0,029	14-93	0,05±0,02	0,01-0,11	0,02±0,01	0,003-0,06
<i>Quercus ilex</i>	1012±87	336-1964	3048±216	385-5155	56±70	18-152	4115±0,22	2319-6160	0,38±0,07	0,03-1,2	0,42±0,11	0,01-1,86
<i>Cistus salvifolius</i>	2,54±0,02	1-84	32,8±0,1	23-447	23,95±0,01	1-46	59,29±0,11	42-490	0,17±0,11	0,03-0,46	0,09±0,08	0,01-0,39
<i>Cistus monspeliensis</i>	33,88±0,02	7-143	158,00±0,14	21-612	9,360±0,024	1-167	201,24±0,14	42-640	0,11±0,08	0,02-0,48	0,08±0,08	0,01-0,44
<i>Rubia peregrina</i>	24,5±0,02	7-82	5,7±0,0	1-22	-	-	30,29±0,02	11-86	0,15±0,14	0,027-0,54	0,10±0,13	0,009-0,48
<i>Stipa tenacissima</i>	20,58±0,01	10-71	2,4±0,00	01-4	-	-	22,98±0,01	12-75	0,06±0,07	0,01-0,25	0,034±0,044	0,005-0,15
<i>Hedysarum coronarium</i>	15±0,003	11-19	17,6±0,0	5-36	-	-	33,40±0,01	16-54	0,13±0,12	0,02-0,30	0,08±0,06	0,008-0,23
<i>Geranium robertianum</i>	7,55±0,00	2-19	6,72±0,002	2-13	-	-	14,270±0,006	7-32	0,08±0,17	0,009-0,7	0,05±0,15	0,002-0,67
<i>Arbutus unedo</i>	691±71	93-1107	3700±32	170-5902	38±08	7-87	4429±30	2866-6920	0,38±0,07	0,06-1	0,40±0,11	0,03-1,41
<i>Marrubium vulgare</i>	3,31±0,01	1-88	10,50±0,27	3-87	-	-	13,81±0,40	5-37	0,27±0,18	0,03-0,59	0,22±0,18	0,01-0,55
<i>Pistacia terebinthus</i>	700±133	392-1120	2645±348	1734-3837	82±13	48-128	2527±281	1831-3501	1,13±0,24	0,28-1,71	2,18±0,70	0,34-4,59
<i>Crataegus azarolus</i>	512±67	108-1578	1850±146	581-3349	61±80	12-162	2423±159	851-3814	0,25±0,04	0,06-0,79	0,32±0,07	0,03-1,27

The relationships between the volume of shrubs and their aboveground biomass are of the following types:

- logarithmic for *P. lentiscus*, *Q. ilex*, *O. europaea*, *P. halepensis*, *C. salviifolius*, *A. unedo*, *T. algeriensis*, *Q. coccifera*, *C. azarolus* and *S. aspera* (Figure 1a);
- potency for *P. latifolia*, *C. villosa*, *H. coronarium* and *T. polium* (Figure 1c);
- polynomial for *R. alaternus*, *A. mauritanica*, *A. microcapus*, *M. vulgare*, *S. tenacissima* and *G. tricuspidata* (Figure 1b);
- linear for *E. multiflora*, *C. monspeliensis*, *G. alypum*, *R. peregrina*, *P. terebinthus*, *G. robertianum* and *J. oxycedrus* (Figure 1b);
- exponential for *C. siliqua* and *R. officinalis* (Figure 1c);

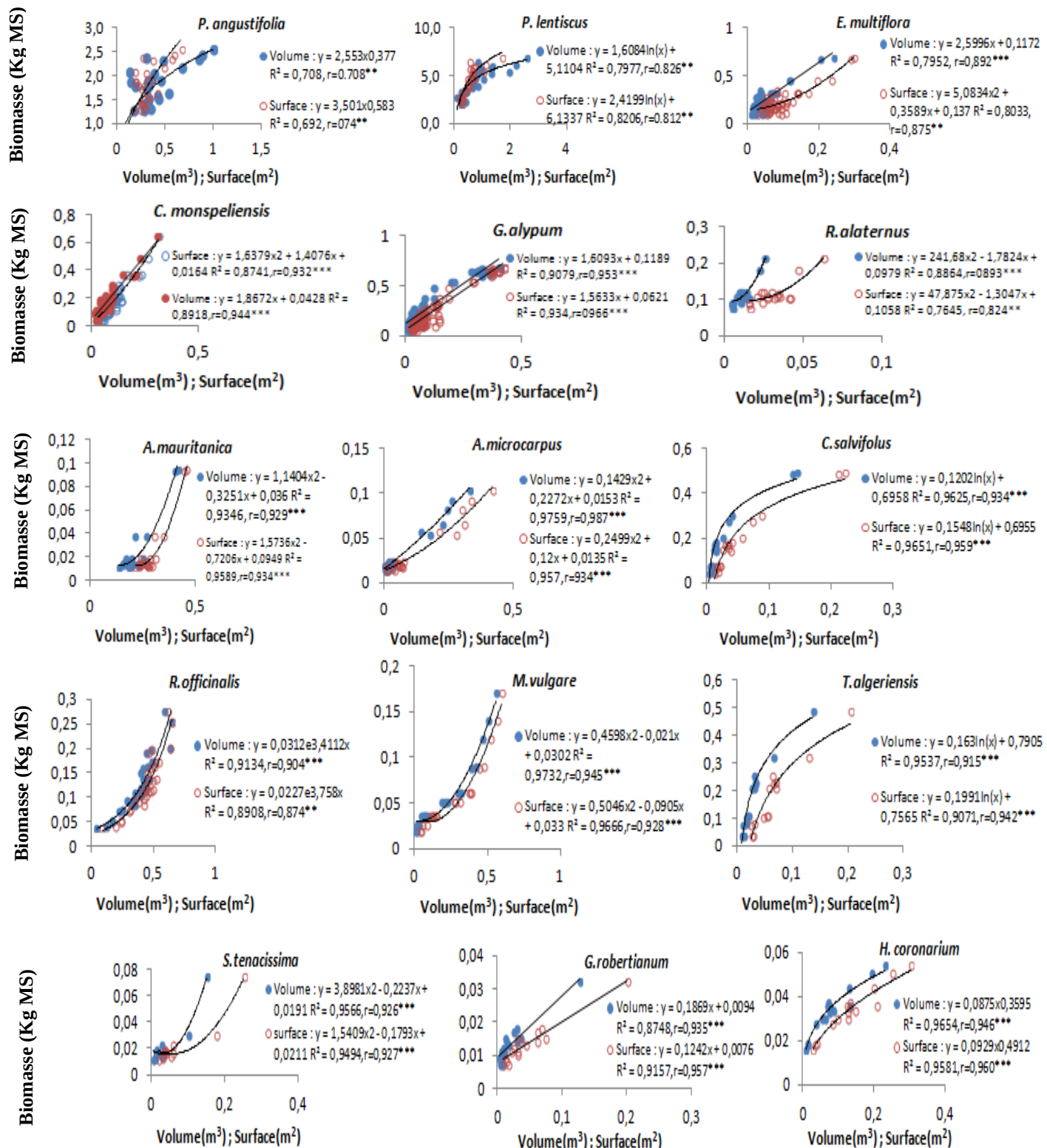
The relationship between the projection surface of shrubs and their aboveground biomass are of the type:

- logarithmic for *P. lentiscus*, *Q. ilex*, *O. europaea*, *P. halepensis*, *C. salviifolius*, *A. unedo*, *T. algeriensis*, *Q. coccifera*, *C. azarolus* and *S. aspera* (Figure 1a);
- potency for *P. latifolia*, *C. villosa*, *H. coronarium* and *T. polium* (Figure 1c);
- polynomial for *E. multiflora*, *C. monspeliensis*, *R. alaternus*, *A. mauritanica*, *A. microcapus*, *M. vulgare*, *S. tenacissima*, *R. peregrina*, *G. tricuspidata* and *P. terebinthus* (Figure 1b);
- linear for *G. alypum*, *G. robertianum* and *J. oxycedrus* (Figure 1b);
- exponential for *C. siliqua* and *R. officinalis* (Figure 1c).

The logarithmic and exponential relationships are the same for the projection area and biovolume variables of the same species. On the other hand, the other linear polynomial and power relations are not applied for the same species.

The results also show highly significant coefficients of determination.

Indeed, at the level of total biomass as a function of volume (m^3), the highest coefficient was that of the species *P. terebinthus* (0.997), followed by *A. microcapus* and *T. polium* (0.975) and the smaller is observed for *P. halepensis* (0.355) and *C. siliqua* (0.377). The other species represent R^2 between 0.708 and 0.973 (Figure 1). The results of the above-ground biomass as a function of the projection surface (m^2) show the highest coefficient of determination for *P. terebinthus* (0.978) and *J. oxycedrus* (0.976). In contrast, *C. siliqua*, *P. halepensis* and *Q. ilex* exhibited R^2 of 0.315, 0.342 and 0.457, respectively. The remaining species show R^2 between 0.692 and 0.966 (Figure 1).



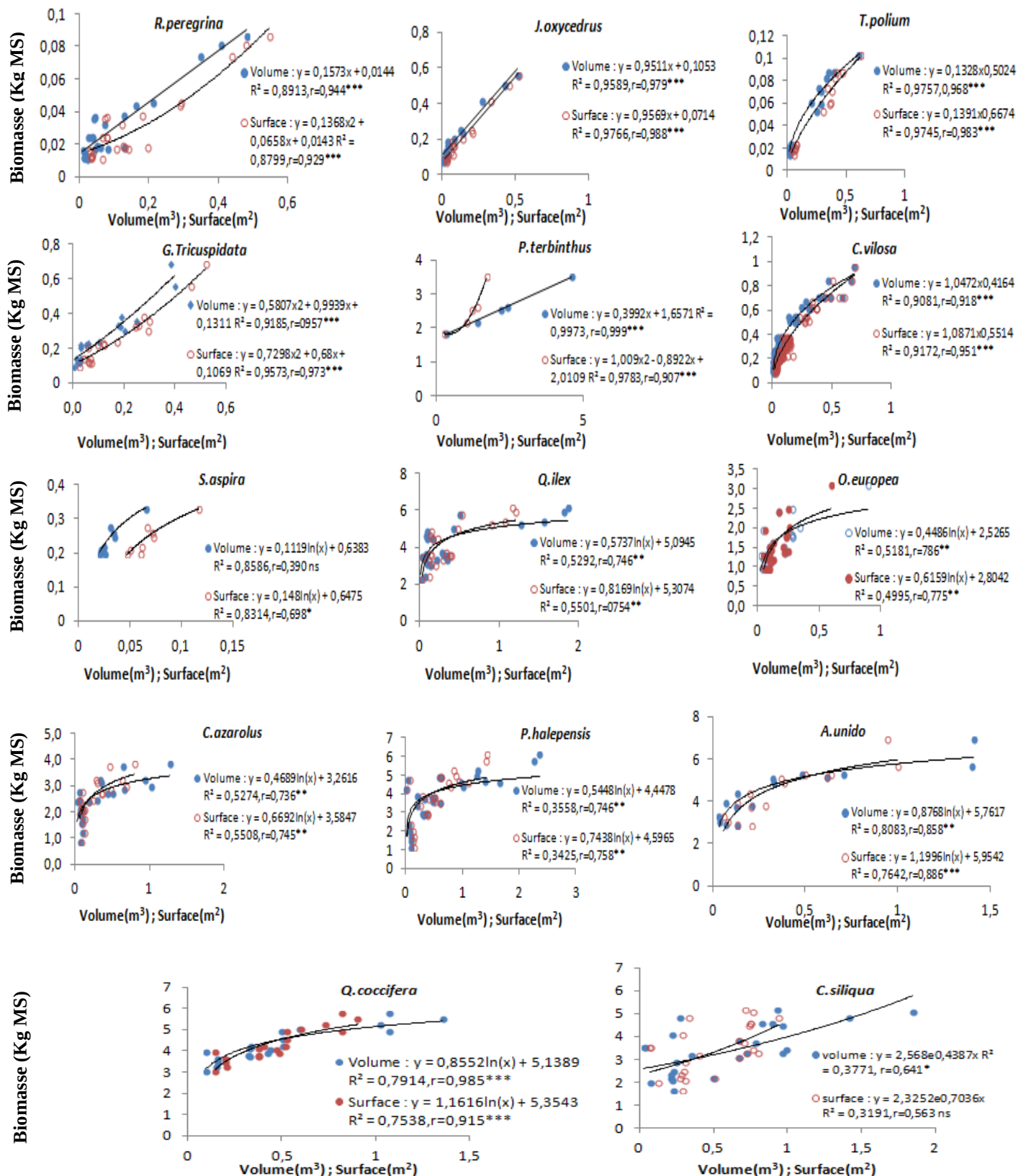


Fig. 1. Relations between total production and projection area, volume of species studied

The ellipsoid surface (S) and the volume (V) on the one hand and the above-ground biomass on the other hand are closely related. The surface of the crown and the volume are explanatory variables of the individual biomass of shrubs. By comparing the two elliptical and spherical shapes; the latter seems to be the best for the species studied because it incorporates an additional parameter (height). The shape that one assimilates to the shrub is a factor which can influence the total production of above-ground biomass. The allometric equations giving the biomass as a function of the volume vary according to the species. With the exception of *Smilax aspera* where the correlation coefficient between biomass and projection area / volume is highly significant, all other species have very highly significant coefficients. The coefficients of determination are the lowest by taking the untransformed data and where we have linear relations in the form: $y = a_1S + a_2V + a_0$. The function established by the biomass regression model as a function of the combined volume / area parameters is not significant for *Smilax aspera*. The functions of *Ceratonia siliqua* and *Pistacia terebinthus* are highly significant and very highly significant for the other 26 species.

The equations were determined on untransformed data. The relationships between the above-ground biomass, the biovolume (V) and the projection surface (S) were represented by regression equations with very variable coefficient of determination (R²) (Table 4). The coefficients of determination R² are of the order of 0.9 for 8 species and 0.404 for *Ceratonia siliqua*. The significance of the coefficients a₀, a₁ and a₂ of the equations is very high for *Calicotome villosa*. The majority of functions have at least one non-significant coefficient (Table 3). This adjustment allows less significant variations in biomass than the other two adjustments depending on the area and the biovolume separately.

Table 3. Regression models for biomass (Y) as a function of volume (V) and projection surface (S) of the shrub species studied in Djebel Zaghouan

Espèces	Modèles de régression	Signification des coefficients de la fonction $y=a_0S + a_1V + a_2$	N	R ²	S	r'	R-MSE
<i>Pistacia lentiscus</i>	$Y=1,044S+1,373V+2,65$	1,044NS, 1,373NS, 2,65***	29	0,686	0,562, 0,147, 0,000	0,828	0,813
<i>Phillyrea latifolia</i>	$Y=3,887S-0,637V+0,771$	3,887NS, 0,637NS, 0,771**	31	0,579	0,190, 0,721, 0,002	0,761	0,372
<i>Erica multiflora</i>	$Y=0,412S+2,062V+0,102$	0,412NS, 2,062**, 0,102***	54	0,798	0,449, 0,007, 0,000	0,893	0,056
<i>Calicotome villosa</i>	$Y=2,550S-1,395V+0,113$	2,550***, -1,395***, 0,113***	94	0,930	0,000, 0,000, 0,000	0,964	0,050
<i>Cistus monspeliensis</i>	$Y=0,195S+1,680V+0,037$	0,195NS, 1,680**, 0,037NS	46	0,892	0,734, 0,004, 0,066	0,944	0,040
<i>Globularia alypum</i>	$Y=1,701S-0,146V+0,057$	1,701***, -0,146NS, 0,057***	85	0,934	0,000, 0,641, 0,000	0,967	0,051
<i>Ceratonia siliqua</i>	$Y=-0,019S+1,516V+2,627$	-0,019NS, 1,516NS, 2,627***	25	0,404	0,990, 0,105, 0,000	0,636	0,874
<i>Quercus ilex</i>	$Y=2,822S-0,306V+3,181$	2,822NS, -0,306NS, 3,181***	24	0,581	0,288, 0,850, 0,000	0,762	0,738
<i>Rhamnus alaternus</i>	$Y=-0,715S+6,804V+0,0589$	-0,715NS, 6,804**, 0,0589***	18	0,803	0,483, 0,008, 0,000	0,896	0,015
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	$Y=0,244S+0,099V-0,067$	0,244NS, 0,099NS, -0,067**	20	0,874	0,241, 0,580, 0,007	0,942	0,009
<i>Olea europea</i>	$Y=-0,165S+2,459V+1,173$	-0,165NS, 2,459NS, 1,173***	25	0,618	0,967, 0,344, 0,000	0,786	0,345
<i>Crataegus azaroulus</i>	$Y=6,973S-2,700V+1,546$	6,973NS, -2,700NS, 1,546**	23	0,564	0,327, 0,530, 0,002	0,751	0,516
<i>Asphodelus microcarpus</i>	$Y=-0,156S+0,458V+0,458$	-0,156*, 0,458***, 0,018***	21	0,980	0,036, 0,000, 0,000	0,990	0,004
<i>Smilax Aspera</i>	$Y=-0,272S+0,5126V+0,021$	-0,272NS, 0,5126NS, 0,021*	8	0,507	0,437, 0,334, 0,030	0,712	0,002
<i>Pinus halpensis</i>	$Y=2,486S+0,006V+2,534$	2,486NS, 0,006NS, 2,534***	27	0,575	0,319, 0,9975, 0,000	0,758	0,872
<i>Cistus salvifolius</i>	$Y=7,012S-7,368V+0,005$	7,012***, -7,368***, 0,005NS	18	0,969	0,000, 0,000, 0,771	0,984	0,025
<i>Rosmarinus officinalis</i>	$Y=-0,755S+1,048V+0,054$	-0,755*, 1,048***, 0,054NS	30	0,853	0,015, 0,000, 0,077	0,924	0,023
<i>Marrubium vulgare</i>	$Y=-0,4016S+0,620V+0,036$	-0,4016*, 0,620**, 0,031**	21	0,917	0,035, 0,003, 0,002	0,957	0,012
<i>Arbutus unedo</i>	$Y=4,707S-0,823V+2,960$	4,707NS, -0,823NS, 2,960***	15	0,789	0,111, 0,654, 0,000	0,888	0,582
<i>Thymus alageriensis</i>	$Y=3,414S-1,414V-0,001$	3,414*, -1,414NS, -0,001NS	14	0,892	0,039, 0,512, 0,976	0,944	0,045
<i>Stipa tenacissima</i>	$Y=0,197S+0,044V+0,008$	0,197NS, 0,044NS, 0,008NS	12	0,858	0,758, 0,965, 0,353	0,927	0,007
<i>Geranium robertianum</i>	$Y=0,235S-0,172V+0,006$	0,235**, -0,172NS, 0,006***	16	0,928	0,009, 0,167, 0,000	0,963	0,002
<i>Hedysarum coronarium</i>	$Y=0,168S-0,044V+0,014$	0,168NS, -0,044NS, 0,014**	15	0,923	0,055, 0,661, 0,001	0,961	0,003
<i>Rubia perigrina</i>	$Y=-0,027S+0,188V+0,015$	-0,028NS, 0,188*, 0,015****	24	0,892	0,071, 0,029, 0,000	0,944	0,008
<i>Quercus coccifera</i>	$Y=2,738S+0,176V+2,941$	2,738NS, 0,176NS, 2,941***	19	0,838	0,071, 0,846, 0,000	0,916	0,328
<i>Juniperus oxycedrus</i>	$Y=0,970S-0,014V+0,071$	0,970**, -0,014NS, 0,071***	16	0,977	0,008, 0,966, 0,000	0,988	0,025
<i>Teucrium polium</i>	$Y=0,148S+0,013V+0,012$	0,148**, 0,013NS, 0,012**	16	0,966	0,006, 0,794, 0,002	0,983	0,006
<i>Genista tricuspidata</i>	$Y=1,269S-0,270V+0,072$	1,270**, -0,270NS, 0,072**	18	0,949	0,007, 0,584, 0,003	0,974	0,038
<i>Pistacia terebinthus</i>	$Y=-0,100S+0,431V+1,702$	-0,100NS, 0,431**, 1,702**	5	0,999	0,346, 0,004, 0,001	0,999	0,034

R²: Coefficient of determination; s: Residual standard deviation; r': Correlation coefficient between measured Y and calculated Y; n: number of individuals; R-MSE: Mean squared error. NS: not significant, *: $\alpha = 0.05$, **: $\alpha = 0.01$, ***: $\alpha = 0.001$.

3.1 BIOMASSES OF SPECIES DETERMINED AT PLOT SCALE

The results relating to the variation in the coverage rate (in each 400 m² plot) of vegetation in the 25 stations are shown in Table 4.

Table 4. Aerial phytomasses as a function of volume, area and as a function of the combined parameters (volume / area) determined at the level of the Djebel Zaghouan study stations

Stations	Recouvrement (%)	BV (t/ha)	BS (t/ha)	BVS (t/ha)	Surface représentative des sites (ha)
1	40,03	6,388	7,219	6,903	
12	37,07	6,685	6,621	6,547	98,04
4	51,62	5,496	5,6171	5,695	
10	36,19	9,952	10,494	10,235	85,71
6	35,88	10,784	10,932	10,721	
11	36,53	10,409	8,6735	8,689	
18	36,52	12,41	12,703	12,706	82,71
14	61,13	13,014	17,48	17,559	
15	52,76	7,674	7,891	7,861	
19	46,66	10,223	10,681	10,893	
20	61,11	10,776	10,534	10,886	111,49
Moyenne	45,05	9,437	9,895	9,881	Total: 377,95
(M. pondérée)	(44,25)	(8,973)	(9,414)	(9,374)	(45%)
2	20,23	4,289	4,334	4,68	
17	23,84	8,217	8,325	8,2	
23	25,25	4,84	4,698	4,852	110,94
5	25,18	3,441	3,289	3,448	
9	22,28	6,731	7,001	7,022	125,38
Moyenne	23,36	5,503	5,529	5,64	Total: 236,32
(M. pondérée)	(23,44)	(5,412)	(5,445)	(5,552)	(28%)
3	12,37	2,918	2,989	2,992	
16	10,98	1,695	1,616	1,616	
22	6,04	0,583	0,561	0,603	
24	6,11	1,476	1,464	1,463	
25	7,03	1,355	1,486	1,442	89,5
7	18,7	3,373	3,272	3,142	
8	15,76	2,512	2,684	2,468	
13	15,56	2,109	2,06	2,167	
21	13,58	3,171	2,988	3,131	139,71
Moyenne	11,79	2,132	2,125	2,113	Total: 229,21
(M. pondérée)	(13,01)	(2,328)	(2,311)	(2,296)	(27%)

BV: biomass as a function of volume; BS: biomass as a function of the surface; BVS: biomass as a function of volume and surface; M. Weighted: Weighted Average

The recovery rates vary from 6.04 (degraded plot) to 61.13% (plot in good condition). The 9 degraded plots (S3, S7, S8, S13, S16, S21, S22, S24 and S25) show recovery rates of less than 20% with an average rate of 11.79%. These are sites characterized by very degraded vegetation producing low biomass and stunted shrubs. The coverage rates of moderately degraded sites (5 plots: S2, S5, S9, S17 and S23) are between 20 and 35% with an average rate of 23.36%. This stage is characterized by plants of medium vigor. Eleven plots kept (S1, S4, S6, S10, S11, S12, S14, S15, S18, S19 and S20) have recovery rates greater than 35% with an average rate of 45.05%. Their vigorous shrubs produce the highest biomasses.

Table 4 gives the surfaces occupied by the different stages of degradation. It follows that the degraded stage represents 27% of the surface area of the group, that moderately degraded 28% and the preserved stage 45%.

The values of the total aerial phytomass calculated from the allometric equations of three models (biomass as a function of volume (Bv), biomass as a function of area (Bs) and biomass as a function of the two parameters (Bvs) show that this variation is not important for the same degradation stage (Table 5). It should be noted that the aerial biomasses of the different shrub, under-shrub and herbaceous species are variable and the phytomasses per hectare are not high, all degradation trends combined. Indeed, the difference between stages in good condition and degraded is 7t DM ha⁻¹ (Table 5); this demonstrates a degradation due to overgrazing affecting all stages without exception.

Table 5. The aerial phytomasses of shrubs obtained by including the surface, volume and surface / volume parameters in a degradation sequence of the grouping of *Quercus ilex* and *Pistacia lentiscus* of Djebel Zaghouan

Biomasse	Placettes					
	ND	% Variation	MD	% Variation	D	% Variation
BS (tMS ha ⁻¹)	9,895±3,310a	34	5,529±2,069b	37	2,124±0,913c	43
BV (tMS ha ⁻¹)	9,437±2,502a	27	5,503±1,939b	35	2,132±0,936c	44
BVS (tMS ha ⁻¹)	9,881±1,013a	10	5,640±0,861b	15	2,114±0,298c	14

The values in the same row with the same letters are not significantly different at the 5% level. ND: not degraded; MD: moderately degraded; D: degraded. BV: biomass as a function of volume; BS: biomass as a function of area; BVS: biomass as a function of volume and surface.

The biomasses in conserved (ND) and moderately degraded (MD) plots show lower percentages of variation than those in degraded plots (10 to 37% versus 14 to 43%, respectively). The highest variability's are recorded in degraded sites with 44% for biomasses as a function of volume.

Fig. 2 illustrates the equations of the overhead shrub biomass obtained by including the surface, volume and surface / volume variables as a function of the coverage of the strata which are of the power type. The relationship between these two parameters is highly significant ($p < 0.001$).

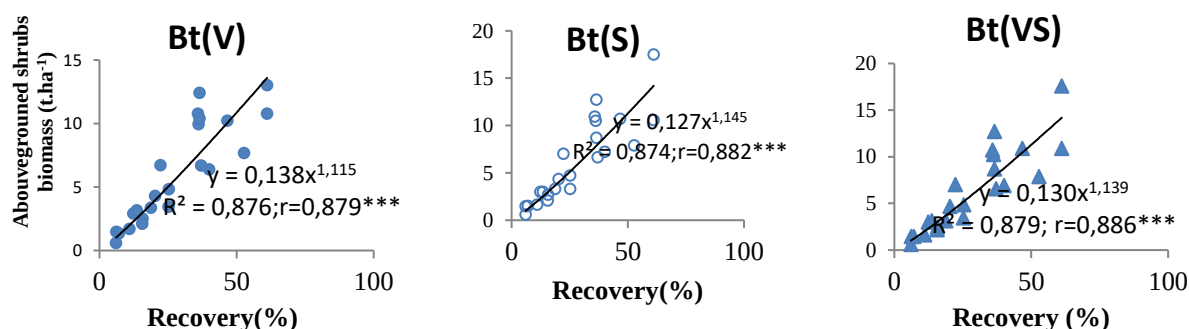


Fig. 2. Above-ground biomass of shrubs from 25 stations as a function of the recovery of the degradation sequence of Djebel Zaghouan National Park. (a): biomass obtained by the Bt (v) biovolume; (b): biomass obtained by the projection surface of the Bt (s) crowns; (c): biomass as a function of the volume and the area together Bt (vs). ***: $\alpha = 0.001$

The effect of degradation is reflected in a significant link between the biomass and the cover. This fact is well corroborated with the data in Table 8 where the percentage variation varies from 27-34% in the plots in good condition to 43-44% in the degraded ones. In degraded plots, the biomass depends on the coverage but when the coverage exceeds 35% (plot in good condition), the biomass remains unchanged. Figure 2 attests that the cover turns out to be a qualitative criterion for the state of degradation of stands in the shrub layer.

Table 6 shows the aerial productivities as a function of volume, of projection surface and as a function of volume and surface in a degradation sequence of the group of *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus* of the Zaghouan. These productivities differ significantly from one site to another depending on the state of degradation and show a continuous decline along the degradation sequence. The highest total aerial productivities were observed in the conserved site (450 kg DM ha⁻¹ year⁻¹ and

429 kg DM ha⁻¹ year⁻¹) for the models: productivity as a function of volume (Pv) and productivity in function of the projection surface (PS). The lowest productivity is recorded in the degraded site (97 kg DM ha⁻¹ year⁻¹).

Table 6. Aerial productivity of the shrubs obtained by including the surface, volume and surface / volume parameters in a degradation sequence of the group of *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus* of Djebel de Zaghouan

Productivités	Stadiums		
	ND	MD	D
PS (kg MS ha ⁻¹ an ⁻¹)	449,78±150,45a	251,34±94,05b	96,59±41,52c
PV (kg MS ha ⁻¹ an ⁻¹)	428,97 ±113,70a	250,16±88,13b	96,95±42,54c
PVS (kg MS ha ⁻¹ an ⁻¹)	449,15±46,03a	256,38±39,12b	96,08±13,55c

The values in the same row with the same letters are not significantly different at the 5% level. ND: undegraded stage; MD: moderately degraded stage; D: degraded stage. PV: productivity determined from the biovolume; PS: productivity obtained by the crown projection surface parameter; PVS: productivity as a function of volume and surface.

4 DISCUSSION

The biomass of the samples was calculated using allometric relationships established from data from sample shrubs. To do this, six representative individuals of each species at the study station were slaughtered. The regression equation obtained for the species was applied to all individuals. The total above-ground biomass can be determined from the ellipsoid surface using linear and polynomial allometric relationships. Baudin (1985) indicates that the regression equation makes it possible to obtain a good appreciation of phytomasses as a function of volumes. The variation in the number of individuals sampled by species (Table 1 and 2) can be explained by the heterogeneity of the floristic composition of the stations studied and also by the size of the station which was 400 m² for this study. The size of the plot was rather variable (between 100 m² and 10,000 m²), taking into account the structure and distribution of the species studied (Blanco and Navarro, 2006). Suganoma et al. (2006) chose a fixed but larger plot size (1000 m²). Likewise, Navar et al. (2004) worked on samples of 20 shrubs per species in a plot with an area of 1000 m².

The growing aerial phytomass of the studied species has also been modeled in numerous studies (Etienne, 1989; Blanco and Navarro, 2003; Sebei et al., 2008). The number of individual samples used per species varied according to the authors. Blanco and Navarro (2003) used 50 individuals of *Calycotome villosa*, 40 of *Cistus monspeliensis*, 35 of *Phillyrea latifolia*, 30 of *Pistacia lentiscus* and 20 of *Rosmarinus officinalis*. Paton et al. (1998) employed 21 individuals of *Cistus salvifolius*.

In this work, some species did not reach a sufficient number of observations, which is of the order of 10 (According to Blanco et al., 2003). This insufficient number of individuals is partly due to the low dominance of these species in the stations studied. Comparison of the regression equations developed in this study with those of other studies (Navar et al. 2004, 2006; Blanco and Navarro, 2003; Castro et al., 1996; Sebei et al., 2001, 2004, 2008; Laamouri et al., 2002; Wang, 2006; Armand et al., 1993; Montes et al., 2000) reflected a difference in the type of equation used. Thus, in this study most of the equations used are of linear type.

In this work, the individuals of the studied species were assimilated to an apparent biovolume, then a relationship was established between this independent variable and the total aerial phytomass on the stand. This technique is frequently used in the study of the phytomass of shrubs (Sebei et al., 2008; Snowdon et al., 2000; Blanco et al., 2003; Etienne, 1989). In similar work by Cruzado and Soalleiro (2011), the elliptical morphotype was adopted. Johanaton (2004) and Montes et al. (2000,1999) used the cylindrical morphotype for all species studied. Finally, Laamouri et al. (2002) assimilated the volume occupied by the shrub to a regular parallelepiped. Another technique different from that of the biovolume, and which could give similar results in the modeling of the growing aerial phytomass, according to the diameter of the stem (Sampio et al., 2009; Wang, 2005). With this technique, there is no need to define the morphotype beforehand and only one equation can be developed in order to estimate the total aerial phytomass standing or a component of this phytomass for a species that exhibits different morphotypes. Regarding the comparison of results from each regression method, this study showed that overall, the regression gave the best fit with high coefficients of determination. In this study, the coefficients of determination R² varied between 0.5 and 1. In the study by Blanco and Navarro (2003), these coefficients of determination varied, R² varied between 0.751 and 0.989. Laamouri et al. (2002) reported R² coefficients greater than 0.7.

This difference can be explained above all by the number of individuals sampled by species and also by the study sites with individuals that show great variability in size and aerial phytomass on the ground.

The results of the total above-ground biomass showed a great variability in the biomass values which can be attributed to the age of the shrubs. Sebei et al. (2004) showed a strong increase in the increase in biomass with the age of plants. The variation in biomass distribution may also be due to organ size and with species (Sebei et al., 2001). Thus, Benzyane and Khatouri (1991), Cabanettes and Rapp (1978) have shown that for a medium-sized branch, the leaves retain a biomass of 7% in cork oak and pinion pine and 6% in the argan tree. This variability would be due to the density, climatic and edaphic characteristics of the site (Lemée, 1978; El Mokni et al., 2009). The low number of individuals of the species could also influence the biomass (El Mokni et al., 2009). Estimating the dry matter production of a plant community is still difficult and imprecise.

The evaluation of the compartmental (stems, leaves and twigs) and total productivities of the *Quercus ilex* and *Pistacia lentiscus* grouping of the Zaghouan National Park according to the state of degradation of the sites showed that the productivities differ significantly ($p < 0,05$) from one site to another depending on the state of degradation.

In the present study, the average productivity was estimated by dividing the biomass by the lifespan of the maquis of the Djebel Zaghouan forest, estimated at 20 years.

The total productivity in our plots was estimated at 96.59 to 449.78 kg DM ha⁻¹ yr⁻¹ (Table 8). Sebei et al. (2008) showed that the annual phytomass of the scrub of the Ain Snoussi forest during the age period of 78-87 was approximately 2702.476 kg DM ha⁻¹ yr⁻¹. This value is considerably higher than what we found in our study. Indeed, the low productivity observed in our study could be attributed to the low useful water reserve of the soil and / or to the poor fertility of this site (Bouchon, 1974; Sebei et al., 2004). It may also be due to the seasonal poor distribution of precipitation in Djebel Zaghouan. By evaluating the above-ground and below-ground phytomasses of trees and the above-ground phytomass of cork oak (*Quercus suber*) shrubs in Ain Snoussi, Sebei et al. (2008) found low phytomass values compared to those found in Spain. They attributed the good phytomass production obtained by them to the humid climate and the good seasonal distribution of precipitation in the study area. On the other hand, our values are clearly higher than those of trees aged 58 and 166 years, whose annual phytomass was estimated at 19.743 and 27.790 kg DM ha⁻¹.year⁻¹ respectively (Sebei et al., 2008).

It is also noted that the productivity of the stems is markedly increased between the site in good condition and the degraded site at the expense of the other organs. The productivities of plant species register decreasing values according to the sequence of degradation. The differences could be attributed to the intrinsic characters and the abundance of the species at each site, to the characteristics of the sites (degradation) but also to the fertility of the site. Indeed, Sebei et al. (2004; 2008) have shown that in a forest ecosystem of Kroumirie the stored phytomass depends mainly on the type of forest and its age. Degraded plots were characterized by an increase in the number of puny individuals of the species. These modifications could be a consequence of overgrazing following the reduction of vigorous shrubs (Sebei et al., 2001; 2004) which has led to a decrease in the biomass produced in this site, and therefore the drop in aerial productivity.

5 CONCLUSION

The non-destructive techniques used to assess aerial phytomass at the individual and plot scales give a very interesting assessment.

The biometric values retained (height, small and large crown diameters) are explanatory variables of the individual biomasses of the shrub species in the plots studied. The regression equations relating the growing aerial phytomass to the apparent volume and to the crown surface and to these two parameters taken together have shown a strong relationship. Individual aerial phytomasses varied significantly from species to species and from plot to plot. The variation of the phytomass at the level of the preserved stage is lower in comparison with the stations of Kroumirie, which attests to a degradation by a high overgrazing. This state of vegetation encourages more vigilance and more rigorous conservation of all environments of Djebel Zaghouan.

The degree of cover is strongly correlated with above-ground biomass at the plot scale. This degree of recovery and the above-ground biomass are explanatory parameters of the degradation stage. The biomasses obtained by these three models do not differ if we limit ourselves to a well-determined degradation stage, hence the reliability of these adjustments of the equations. In the 25 study plots, the above-ground biomasses differ according to the stage of degradation. In degraded sites (recovery rate: $R < 20\%$), the biomasses record very low and variable values, hence defending is necessary. In moderately degraded stations ($20\% < R < 35\%$), the plants show average vigor with a biomass equivalent to half that of the conserved site. Stations in good condition (recovery rate $R > 35\%$) show better healthier plants with a different phytosociological composition from those in the degradation stages.

The primary productivities of these media vary according to the degradation sequence. Primary productivity in the conserved site remains low (0.5t.ha-1.year-1) compared to what was reported in the Kroumirie-Mogod region. The degradation of the environment marked these productivities even more.

REFERENCES

- [1] Angelsen, A. (ed.), 2008. Moving Ahead with REDD Issues, Options and Implications. CIFOR. Bogor. Indonesia, 156p.
- [2] Armand, D., Etienne, M., Legrand, C., Marechal, J., et Valette, J.C., 1993. Phytovolume, phytomasse et relations structurales chez quelques arbustes méditerranéens. *Ann. Sci. For.*, 5: 79-89.
- [3] Baudin, F., 1985. Phytovolumes, phytomasses et stratégies d'occupation spatiale de six espèces arbustives sur des pare-feu de l'Esterel. Mémoire de DEA. Faculté des sciences et techniques de St Jérôme, Aix –Marseille III: 32pp.
- [4] Belghith Zaouali, Y., 2005. Analyse de la variabilité génétique, terpénique et florale chez les populations naturelles de *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) en Tunisie. Thèse, Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie: 180 p.
- [5] Braun-Blanquet, J., Pavillard, J., 1928. Vocabulaire de sociologie végétale. 3th ed.,.
- [6] Imprimerie Romégou et Dehan, Montpellier, 23 p.
- [7] Bouchon, M. 1973. Effect of topography on surface motion. *Bull. of the Seismol. Soc. of.*
- [8] *Am.*, 63 (3): 615-632.
- [9] Benzyane, M., Khatouri, M., 1991. Estimation de la biomasse des peuplements d'arganier (*Argania spinosa* L-Skeels) dans le plateau de Haha (Essaouirra-Maroc), *Ann. Rech. For. Maroc* 25: 128–140.
- [10] Blanco P., Navarro R.M., 2003. Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of Western Andalusia. *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales*, 12 (3), 47-55.
- [11] Cabanettes, A., Rapp, M., 1978. Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen, *Oecol. Plant.* 13: 271–286.
- [12] Castro, I., Casado, M.A., Ramírez-Sanz, L., De Miguel, J.M., Costa, M., Díaz, F., 1996. Funciones de estimación de la fitomasa aérea de varias especies del matorral mediterráneo del centro de la península Ibérica. *Orsis* 11, 107-116.
- [13] Castro, H., Freitas, H., 2009. Above-ground biomass and productivity in the Montado: From herbaceous to shrub dominated communities. *Journal of Arid Environments* 73 (2009) 506–511.
- [14] Commissariat Régional au Développement Agricole de Zaghuan (CRDA), 2007. Etude pour l'élaboration d'un Plan de Gestion et d'Aménagement du Parc National du Djebel Zaghuan, 2007, CNEA. 180p+annexes.
- [15] Chakali G., Ghalem M., 1998. Les insectes ravageurs du chêne liège, *Quercus suber* L. en Algérie, in: Actes sémin. Médit. Sur la régénération des forêts de chêne liège, Tabarka-Tunisie, 22–24 octobre 1996, *Ann. INRGREF Suppl.*, 1998, pp. 253–259.
- [16] Cruzado, C.P., Soalleiro, R.R., 2011. Improvement in accuracy of aboveground biomass.
- [17] estimation in *Eucalyptus nitens* plantations: Effect of bole sampling intensity and.
- [18] explanatory variables. *Forest Ecology and Management* 261: 2016–2028.
- [19] 24. Direction Générale des Forêts, 1995. Résultats du premier inventaire forestier national en Tunisie, D.G.F. Tunisie. Ministère de l'Agriculture: 88 p.
- [20] El Mokni, R., Mahmoudi, M.R., Sebei, H., 2009. Estimating Above-Ground Biomass of Mirbeck's Oak (*Quercus canariensis* Willd.) in Kroumirie, Tunisia. *EFI Proceedigs*, 57: 157-164.
- [21] Etienne, M., 1989. Non destructive methods for evaluating shrub biomass: a review. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 10, 115–128.
- [22] Favrel, P., Priol, P., 1998. Étude des techniques de boisement en chêne liège: 1ers résultats, in: Actes sémin. médit. sur la régénération des forêts de chêne liège, Tabarka-Tunisie, 22–24 octobre 1996, *Ann. INRGREF Suppl.*, 1998, pp. 102–113.
- [23] Kamungandu, C.M., 2009. Etudes de cas sur l'évaluation de la dégradation des forêts. La dégradation des forêts en République Démocratique du Congo. Évaluation des ressources forestières, Document de travail 169. Rome-Italie, 1-29p.
- [24] Laamouri, A., Chtouroua, A., Ben Salem, H., 2002. Prédiction de la biomasse aérienne d'*Acacia cyanophylla* Lindl. (Syn. *A. saligna* (Labill.) H. Wendl) à partir de mensurations dimensionnelles. *Ann. For. Sci.* 59, 335–340.
- [25] Lemée, G., 1978. La hêtraie naturelle de Fontainebleau, in Lamotte, M. and Boulière, F., problèmes d'écologie: Ecosystèmes terrestres, (eds.) Masson, Paris. 75–128.
- [26] Montès, N., Gauquelin, T., Badri, W., Bertaudière, V., Zaoui, E.H., 2000. A nondestructive method for estimating above-ground forest biomass in threatened woodlands. *Forest Ecology and Management* 130, 37–46.
- [27] Montès, N., Korboulewsky, N., 2002. Determination of shadow as a simple way for biomass estimation of *Vitis vinifera*. *Vitis* 41, 209–210.
- [28] Montès, N., Ballini, C., Bonin, G., Faures, J., 2004. A comparative study of aboveground biomass of three Mediterranean species in a post-fire succession. *Acta Oecologica* 25, 1–6.

- [29] Montès, N., 2009. A non-destructive method to estimate biomass in arid environments: A comment on Flombaum and Sala (2007). *Journal of Arid Environments* 73, 599–601.
- [30] Návar, J., Mendez, E., Graciano, J., Dale, V., Parresol B., 2004. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Journal of Arid Environments* 59 (4): 657-674.
- [31] Navarro, R. M., Blanco, P., 2006. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales* 15 (2), 197-207.
- [32] Nsibi, R., Lamari, Y., Bouzid, S., 2006. Revitalization of the shrubby vegetation after clearing and fire in the Tabarka area (North-Western Tunisia), for a better use of environment. *Geo-Eco-Trop*, 30 (1): 49-58.
- [33] Patón, D., J. Núñez-Trujillo, A. Muñoz y J. Tovar, 1998. Determinación de la fitomasa forrajera de cinco especies del genero *Cistus* procedentes del parque natural de monfragüe mediante regresiones múltiples. *Arch. Zootec.* 47: 95-105. 1998.
- [34] Rapp, M., 1971. Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens, P.I.B. Recherche Coopérative sur Programme du CNRS N° 40, CNRS.
- [35] Radloff, F.G.T., Mucina, L., 2007. A quick and robust method for biomass estimation in structurally diverse vegetation. *Journal of Vegetation Science* 18, 719–724.
- [36] Sebei, H., Albouchi, A., Rapp, M., El Aouni, M.H., 2001. Évaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Kroumirie (Tunisie), *Ann. For. Sci.* 58: 175–191.
- [37] Sebei, H., Albouchi, A., Rapp, M., El Aouni, M.H., 2004. Productivité en biomasse du chêne liège dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Kroumirie (Tunisie), *Ann. For. Sci.* 61: 347–361.
- [38] Sebei, H., Chaar, H., Stiti, B. and Montero, G., 2008. (In press) "Evaluation of aboveground and belowground phytomasses of cork oak trees (*Quercus suber* L.) And aboveground phytomass of shrubs at Ain Snoussi, Tunisia". International congress- Cork Plantation, factors and traders: the past, the present and the future of the cork business, palufreegell, Gerona, Spain, February 17–19, 2005.
- [39] Simula, M., 2009. Vers une définition de la dégradation des forêts: Analyse comparative des définitions existantes. Évaluation des ressources forestières. Document de travail 154, Rome-Italie, 1- 66p.
- [40] Suganuma, H., Abe, Y., Taniguchi, M., Tanouchi, H., Utsugi, H., Kojima T, Yamada, K., 2006. Stand biomass estimation method by canopy coverage for application to remote sensing in an arid area of Western Australia. *Forest Ecology and Management* 222, 75–87.
- [41] Wang, C, 2006. Biomass allometric equations for 10 co-occurring tree species in Chinese temperate forests. *Forest Ecology and Management* 222, 9–16.
- [42] Wang, Q., 2009. Prevention of Tibetan eco-environmental degradation caused by traditional use of biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 2562–2570.
- [43] Wang, W., Wu, N., Zu, Y.G., Fu, Y. J., 2008. Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry*, vol 108, n°3: 1019-1022.

Impact of personality, human capital, and environmental influences on students' entrepreneurial potential: The case of I. T. Management and Business Administration final year students of UPSA, Ghana

Godfred Yaw Koi-Akrofi¹, Henry Akwetey Matey², Frank Banaseka³, and Samuel Chris Quist⁴

¹Senior Lecturer and Head of Department, Information Technology Studies, UPSA, Ghana

²Assistant Lecturer, Information Technology Studies, UPSA, Ghana

³⁻⁴Lecturers, Information Technology Studies, UPSA, Ghana

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work was aimed at investigating the impact of human capital-driven factors, personality-driven factors, and environmentally driven factors on the entrepreneurial potential of the students at the University of Professional Studies, Accra (UPSA), Ghana. With 188 respondents retrieved out of 249 questionnaires sent to Information Technology and Business Administration final year students of UPSA, Ghana, and using ordinal regression analysis, the following results were revealed: the "Entrepreneurial potential" of the students depends on their personality traits of "Need for achievement" and "Risk tolerance" and the human capital factor of "Entrepreneurship education and training". "Entrepreneurship education and training" is the most significant predictor with a p-value of 0.004, followed by "need for achievement" with a p-value of 0.033, and then "risk tolerance" with a p-value of 0.036.

KEYWORDS: Entrepreneurial, students, potential, personality, human capital, environmental, influences.

1 BACKGROUND

Currently, there is a powerful worldwide drive to encourage more learners to consider and pursue venture development as an alternative career route for graduates ([1], [2]). As a consequence, many writers have researched factors affecting the business career intentions and motivations of learners in both developed and developing nations (e.g [3], [4]) as well as the role of universities in promoting entrepreneurship among learners ([5], [6], [7]).

Unemployment, to the ordinary person on the street, is "not having a sustained job that can take care of him and his family". This simple definition of unemployment eliminates contract and temporal jobs since they are not sustained jobs. Baah-Boateng [8] gave a simple definition of unemployment as "a phenomenon of job-seeking resulting out of joblessness". This definition presupposes that to be declared unemployed, one must search for a job for some time and still be without a job because he or she has not got one. Not seeking a job and for that matter not getting a job places you outside the unemployment bracket. More technically, the International Conference of Labor Statisticians (ICLS) of the ILO declares one unemployed if that person is of working age (e.g. 15+ years in Ghana), and for a specified reference period (either a day or a week), that person had been:

- 'without work', not even for one hour in paid employment or self-employment of the type covered by the international definition of employment.
- 'currently available for work', whether for paid employment or self-employment; and
- 'seeking work', by taking active steps in a specified recent period to seek paid employment or self-employment.

This definition also suggests that if a person is not available for work, and there is work available, he or she cannot be classified as unemployed. The same applies to a person who is working but is not satisfied and is seeking another job.

In Ghana, graduate unemployment is on the ascendancy. Many students graduate from universities each year in Ghana without any hope of ready jobs. This has led to the formation of many unemployment groups, notable of them is the Unemployed Graduates Association of Ghana (UGAG), now the Association of Graduates in Skill Development (AGSD-GH), which was formed in 2011 (<https://ugagghana.com/>). Governments over the past few years have all tried in their way to curb this phenomenon,

even though not adequate to resolve the problem. Recently, the Government of Ghana in 2018 launched the "Nations Builders Corps (NABCO)". The NABCO program is a government initiative to address graduate unemployment to solve social problems. The focus of the initiative was aimed at solving public service delivery in health, education, agriculture, technology, governance, and drive revenue mobilization and collection (<https://nabco.gov.gh/>). The objectives of the program were to provide temporary employment, improve skills and employability, improve public sector delivery, improve revenue mobilization, and improve access to basic public services. Under the program, graduates were trained, equipped with the necessary work tools, and deployed around the country to engage in the following programs: Educate Ghana, Heal Ghana, Feed Ghana, Revenue Ghana, Digitize Ghana, Civic Ghana, and Enterprise Ghana. It was reported that about a hundred thousand graduates were provided with jobs, and that concerning persons without diplomas or degrees, the President of Ghana on the day of the launch indicated that NABCO was freeing up the Youth Employment Agency (YEA-also an initiative of the Government of Ghana to curb unemployment among the youth) of the burden of dealing with everything to do with the employment of the youth, especially graduates. He explained that NABCO was granting YEA extra absorptive capacity to concentrate on non-graduates. Placements would last for three (3) years, earning NABCO trainees a stipend of seven hundred (700) Ghana cedis every month (Source: ISD (Rex Mainoo Yeboah: <http://www.ghana.gov.gh/index.php/media-center/news/4617-nation-builders-corps-to-create100-000-jobs>). These programs that seek to curb youth and graduate unemployment in Ghana have been on with successive Governments, but the fact is, the problem of unemployment still exists and has become a national problem, as well as a security concern.

Several reasons have been put forward by researchers as the causes of unemployment worldwide and in Africa. Baah-Boateng [8] in his work on "determinants of unemployment in Ghana", noted that there is a high incidence of unemployment among the youth and secondary school leavers in the most recent period and that this requires deliberate and focused intervention including support for entrepreneurial training and start-up capital to attract young school leavers to become 'creators' rather than 'seekers' of jobs. Two main causes of unemployment emerge from Baah-Boateng's work: lack of individual skills or entrepreneurial skills and lack of start-up capital. These two causes are linked in the sense that one may be having entrepreneurial skills but may lack start-up capital to begin something profitable. Another may have the start-up capital but maybe lacking entrepreneurial skills. The two are, therefore, necessary conditions to have to succeed. Theory-intensive secondary school and university curriculum, government's misplaced priorities, corruption, nepotism, droughts, lack of specific job skills among the youths, preference of white-collar jobs, dislike of lowly paying jobs, and educated youths who shun manual intensive jobs are but some of the causes Bhebhe et al [9]. singled out in their study on the causes of unemployment among youths in the city of Harare, Zimbabwe.

In a study conducted in Nigeria on the causes, effects, and solutions to youth unemployment problems in Nigeria, Uddin and Uddin [10] emphasized the need for the government to invest heavily in education to enable the youth to become self-reliant instead of job seekers through skills development and training. They mentioned the following as the major causes of unemployment in Nigeria: Rural-Urban Migration, Rapid Population Growth, Low Standard of Education, Rapid Expansion of the Educational System, Lack of Steady and Sustainable Power Supply, Corruption. The three studies looked so far point to one major cause of unemployment among the youth: lack of entrepreneurial skills resulting from improper education (curricula not focused on entrepreneurship) and also attitudes and behaviors on the part of the unemployed.

Lack of entrepreneurial skills may be due to several factors: personality issues, human capital issues, and environmental issues, according to the complex process model of entrepreneurship by Kerr, Kerr, and Xu [11] after doing a comprehensive review of entrepreneurship traits of entrepreneurs, and so on, from the year 2000.

The main objective of this study is to contribute to the general body of knowledge and research work in entrepreneurship drive among the youth, and especially, graduates from universities. To achieve this objective, the research is targeted at addressing the following specific objectives:

1. To investigate the impact of human capital-driven factors on the entrepreneurial potential of the students
2. To investigate the impact of personality-driven factors on the entrepreneurial potential of the students
3. To investigate the impact of environmentally driven factors on the entrepreneurial potential of the students

The study is premised on the fact that entrepreneurial potential or ability is not automatic; it depends on several factors. The study, therefore, intends to investigate the dependencies of entrepreneurial potential on these factors among university graduates in UPSA.

1.1 LITERATURE REVIEW, CONCEPTUAL AND THEORETICAL FRAMEWORKS

Entrepreneurship has become a very important subject of discussion in tertiary institution curriculum building worldwide, as well as in national economy building, due to the high rate of unemployment globally. Entrepreneurship can create jobs for individuals and help create jobs for those who will be employed by these individuals. This rippling effect tends to better the lives of many in a community. Entrepreneurship education is therefore essential in creating the drive and skills for prospective entrepreneurs. Moving away from "white color jobs" is not entrepreneurship, because the creation of white color jobs by

individuals is also entrepreneurship. However, because of the lack of initial capital to start such businesses, it is always advised that individuals start small and medium scale businesses that are not so capital intensive, and do not require higher learning to start them. This brings to the fore, the importance of developing more of the middle manpower personnel who are equipped with mostly vocational and technical skills to set up businesses on their own to help build the economy.

1.2 WHAT IS ENTREPRENEURSHIP?

The word entrepreneur finds its origin in the French word “entreprendre”, which means “to undertake”. During the early 16th century, the term was used for the persons engaged in military expeditions, and in the 17th century, it was extended to cover construction and civil engineering works. The term was used in the context of business and economic activities only in the 18th century. Richard Cantillon, a French banker, is credited for the first time by using the word ‘entrepreneur’ to mean a person who bears uncertainty and risk. One of the earliest definitions’ according to Cantillon [12] sees the entrepreneur as the one who always searches for change, responds to it, and exploits it as an opportunity.

Entrepreneur, according to Onuoha [13] “is the one who initiates a new organization or revitalizes an organization, in particular new businesses, generally in response to identified opportunities.” Bolton and Thompson [14] have also defined an entrepreneur as “a person who normally creates and innovates to build something of recognized value around perceived opportunities.” Another group of researchers also saw an entrepreneur as a term correlated to entrepreneurship hence, defined it as an activity that involves the discovery, evaluation, and exploitation of opportunities to introduce new goods and services, ways of organizing, markets, processes, and raw materials through organizing efforts that previously had not existed [15].

A person is an entrepreneur so long as they are engaged in entrepreneurial behaviors. As stated above, a person starts being an entrepreneur when they undertake or form a new venture and are no longer an entrepreneur when the process of organization building has resulted in managing a self-sustaining business.

Another researcher has also coined the term Entrepreneur to mean the one who always searches for change, responds to it, and exploits it as an opportunity [16]. One of the most talked-about definitions which focused the term based on making a profit is Scarborough [17] who argues that entrepreneurship is about creating something new in an uncertain environment and for profit. His definition seemed to have an interest in most business ideologists since it lights out what businesses seek to achieve.

Many definitions of entrepreneurship highlight the importance of seeking profits. However, Barringer and Ireland [18] claim that entrepreneurship is about pursuing and recognizing opportunities and putting useful ideas into practice. Also, the entrepreneur here is the individual (or team) that identifies the opportunity, gathers the necessary resources, creates, and is ultimately responsible for the consequences of the organization.

1.3 CONCEPTUAL FRAMEWORK

The work is premised on the model developed by Kerr, Kerr, and Xu [11] in their paper “Personality Traits of Entrepreneurs: A Review of Recent Literature”. In their paper, they reviewed extant literature on the personality traits of entrepreneurs and came out with a complex process model of entrepreneurship. The model considers three main determinants or factors of entrepreneurial potential or orientation. These three determinants are the personality of a person, the human capital, and the environment. Entrepreneurship does not happen in a vacuum, and for every effort to begin and run a fresh company, personality traits, human capital, and environment weave the context [11], and these are discussed below.

1.3.1 PERSONALITY FACTORS

For the personality dimension, the traits Kerr, Kerr, and Xu [11] were able to gather from literature are Need for Achievement, Locus of control, Self-Efficacy, Innovativeness, Risk Attitude, Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, and Neuroticism. All these traits to a large extent have some relationship with entrepreneurial potential, either direct or indirect, depending on how it is looked at ([19], [20], [21]) although some research questions this relationship [22]. This study employs only three for its analysis, namely, Need for Achievement, Risk Tolerance, and Locus of Control. The choice of these three stems from the position of Barrick and Mount [23] which they argue that particular traits depend on an explicit description of entrepreneurial operations that may be located in a moment, location, and role, and that is why particular features or characteristics such as risk tolerance, need for accomplishment or locus of control are more helpful in anticipating entrepreneurial performance than the “Big Five”, which are included in or part of the ten traits mentioned earlier.

Again, according to Frese [24] the need for achievement, locus of control (self-efficacy), innovation, risk-taking are significant characteristics of personality, while education, experience, mental capacity, and understanding are significant characteristics of human capital for entrepreneurial orientation [24]. The three personality factors (Need for Achievement, Locus of Control, and Risk Tolerance) are discussed below.

1.3.1.1 NEED FOR ACHIEVEMENT

"Need for achievement" (N-Ach) relates to the desire for the meaningful achievement of an individual ([25] - [28]). It also relates to a tendency to choose and continue in operations that have a mild chance of success or those that provide maximum opportunity for satisfaction with personal accomplishment ([27], [28]). Murray [29] first launched the idea and later McClelland ([27], [30]) created and popularized it. McClelland was the first to advocate an empirical connection between the personal need for achievement (N-Ach) and entrepreneurial activity [27].

McClelland, later, showed a strong correlation between the need for accomplishment (N-Ach) and entrepreneurial success [31]. Even though many researchers of N-Ach ([32] - [39]) are of the view that a high need for achievement predicts entry into entrepreneurship, still others ([40], [41], [25]) challenge it by proving that it is contextual; for example, Mueller and Thomas [42] found out that Swiss entrepreneurs have a higher need for achievement than U.K. entrepreneurs, suggesting that the trait differs or varies across cultures and countries.

1.3.1.2 LOCUS OF CONTROL

Locus of Control (LoC) is the degree of control of a person over his/her life [43]. A person with an internal LOC conceptualizes that their own choices control their lives, while those with an external LOC believe that the true controlling factors are chance, fate, or environmental characteristics that they cannot affect [11]. LoC is a trait of personality that demonstrates the amount of sensation of command. Hisrich and Peters [44] think that LoC is "an attribute that indicates a person's feeling of command over life." Green et al [45]. also think that LoC is "the degree to which an individual sees success and failure as conditional on his or her private projects."

The notion of LoC was first launched by Rotter's [46] theory of social learning. Individuals with inner LOC think that they can affect results rather than external forces controlling these results by their capacity, effort, or abilities.

In the literature, several studies have been performed to confirm that inner LoC affects entrepreneurial intentions ([47], [48], [42], [49]).

Previous research connected faith in internal control with the probability of participating in business or entrepreneurial activities (e.g., [43], [50] - [54]).

People with greater inner locations will take risks and set up companies. They think the environment can be controlled by their actions. Many surveys have shown that businessmen have greater LoCs than others ([42], [47], [48], [55]).

1.3.1.3 RISK TOLERANCE

Risk-taking is exposure to danger. This is because the risk-taker is not too sure of the consequences of his actions; it is an exercise clouded with uncertainties. Risk-taking can, however, result in positive consequences, especially if a calculated risk is taken. A calculated risk is a risk that the risk-taker tries to do some prior analysis to reduce considerably the probability of it not yielding or producing positive results. Risk-taking is a personality trait that demonstrates a person's readiness and inclination to take risks [43].

Entrepreneurial activity has risks, so taking risks is linked to entrepreneurial activity [43]. A risk-taking propensity is dealing with risk and uncertainty and being willing to bear it. People who take risks can choose less fortunate but advantageous options. In uncertain circumstances, they want to create more choices [43]. Leaders and entrepreneurs are risk-takers more than managers because managers follow strict policies and procedures of organizations to execute their work, but entrepreneurs create opportunities out of uncertainties. Entrepreneurs take multiple risks concerning capital, career, prestige, and family; an individual with an entrepreneurial intention should be optimally risk-oriented.

Research has shown that entrepreneurs are among the class of people who take risks more than all other people ([56] - [59]). Begley and Boyd [60] state that risk-taking propensity demonstrates how an individual copes with circumstances of dangerous choice. Matthews and Scott [61] think that for entrepreneurial thinking and being an entrepreneur, risk tolerance is necessary.

Stewart and Roth [62] are of the view that entrepreneurs take risks [63]. Chen et al [64]. also find that in innovation and risk-taking, company founders have a greater Entrepreneurial Self-Efficacy (ESE) than non-founders.

1.3.2 HUMAN CAPITAL FACTORS

According to the model developed by Kerr, Kerr, and Xu [11] human capital factors have four dimensions: Education and training, Mental Ability, Experience, and Knowledge. Education and training in this context have to do with curriculum-based

courses or deliberate academic programs that are run to help develop the students' entrepreneurship intentions. The mental ability of the students has to do with the ability of the students to retain what they have learned in entrepreneurship in school and the ability to recall and make use of it when the need arises. Experience deals with one's involvement in entrepreneurial activities, and knowledge has to do with facts, information, and skills acquired through entrepreneurial experience or education, the theoretical or practical understanding of the entrepreneurial subject.

For this study, we will drop mental ability, knowledge, and experience and retain or maintain education and training in the model, even though literature will be reviewed on entrepreneurial experience as well. Measuring mental ability, experience, and knowledge will be well suited for a qualitative study, where respondents can be taken through detailed or rigorous questioning on entrepreneurship to ascertain their competence. For a quantitative study of this sort or nature, it will be quite difficult to ascertain that. Education and training can easily be determined, coded, and included in quantitative analysis. Entrepreneurial education and training and entrepreneurial experience are discussed below.

1.3.2.1 ENTREPRENEURSHIP EDUCATION AND TRAINING

Entrepreneurship education today has spread to almost every institution of higher learning in the world after it was first introduced by Professor Baumann of the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in 1958 [65]. It has been recorded that entrepreneurial activities have thrived well in areas close to institutions and universities where entrepreneurship education has been taken seriously. McIntyre and Roche [66] report that the number of corporations per capita (a measure of business activity) stopped declining in the late 1960s and started to increase. This development was enough proof of the fact that entrepreneurship education was necessary for entrepreneurial potential, and this resulted in many universities offering entrepreneurship courses [67]. Entrepreneurship education gained another boost in the 1970s because economists had demonstrated a beneficial effect on job creation from small business development [66].

Entrepreneurship education enables its attendees to participate constantly in different entrepreneurial activities, thereby enhancing their trust in the future performance of such duties [68]. Entrepreneurship education is so important that it can be used as an avenue to instill into the students most of the traits needed (for example, risk-taking and self-efficacy) for entrepreneurial activities. Riyanti [69] claims that having a desire to be an entrepreneur is not powerful enough to drive learners into being entrepreneurs and that learners need high risk-taking and self-efficacy. It can, therefore, be suggested that education in entrepreneurship also concentrates on building self-confidence to be an entrepreneur.

1.3.2.2 ENTREPRENEURIAL EXPERIENCE

A student's exposure to entrepreneurial activities may result in a positive or negative entrepreneurial potential in the person. A typical scenario may be a situation where a student tries a simple venture and may have to go through a tedious bureaucratic system for say, acquisition, and registration of a piece of land as part of the necessary things needed for the setting up of the business. Such an experience may kill every desire in the student for venture creation in the future. At the same time, this experience may present to the student as a challenge to be overcome and hence will devise strategies to surmount in the subsequent ventures.

The debate of prior entrepreneurial experience and the success of new ventures has been around for some time now ([70] - [72]). The common belief or notion is for venture success for those with prior entrepreneurial experience ([73], [74]) as against novice, that is, those with no prior entrepreneurial experience and who own a business [74]. The argument recently posits that success breeds success [76] and so it is more likely for entrepreneurs with prior successful experience in entrepreneurship to succeed than a novice. The question then is asked whether failure also breeds failure or success. It has been found by some researchers that by the nature of entrepreneurs, they are normally not perturbed about failure, and so a failure in prior entrepreneurial experience, usually result in positive future ventures ([73], [77]) entrepreneurs learn through experience and improvisation. Other researchers are of a different or opposing view. By a quantitative approach, these researchers ([72], [78], [79]) are of the view that prior entrepreneurial failure experience does not lead to subsequent venture survival. This presents a paradox that requires further investigation. For this work, we take entrepreneurial experience out of the model as explained earlier, but questions on it will be asked and analyzed.

1.3.3 ENVIRONMENTAL FACTORS OR INFLUENCES

The environment one finds himself in can have a great impact on his entrepreneurial potential. Some smart employees can take advantage of the dynamism of a particular industry to veer into entrepreneurship to fill some needful gaps that may not be the focus of the main players in the industry. Job instability and frequent redundancy treats can also push employees to venture into other businesses for survival. Economic hardships are the worst culprits in this game; whiles some do nothing during those periods, others seize the opportunity to do entrepreneurial exploits.

For students, several environmental factors can help them develop entrepreneurial potential. Two key influences which this work will investigate are the unemployment situation and helps for start-ups.

1.3.4 ENTREPRENEURIAL POTENTIAL

Potential simply means having or showing the capacity to develop into something in the future. Entrepreneurial potential ([80] - [92]) therefore, goes beyond the *desire* to be an entrepreneur, but also the *ability* to be. This is quite different from entrepreneurial orientation ([93] - [95]) which refers to the "processes, structures, and/or behaviors that can be described as aggressive, innovative, proactive, risk-taking, or autonomy seeking [95] and Entrepreneurial intention ([97], [98] - [100]) which just refers to "intentions to start-up a business" ([83], [84], [92], [101]).

This work sticks to the term, "entrepreneurial potential", as is a measure of "desirability and feasibility" to start a business [86]. Likewise, Veciana et al [92]. refer to entrepreneurial potential (EP) as "perceptions of the desirability and feasibility of the development of new ventures" [92]. Lumpkin and Dess [96] also advocated the use of the term entrepreneurial potential, suggesting that the undertaking of new ventures is a distinct concept that represents the "will and likelihood." Kakkonen [102] in her research explains that students need to be willing and motivated to be entrepreneurs and that they have the potential to do so. Kakkonen [102] studied the business competencies and entrepreneurial potential of university students and discovered that students were confident in assessing their business competencies and the perceptions of their entrepreneurial intent were low [102]. The conceptual framework is therefore represented in figure 1 below:

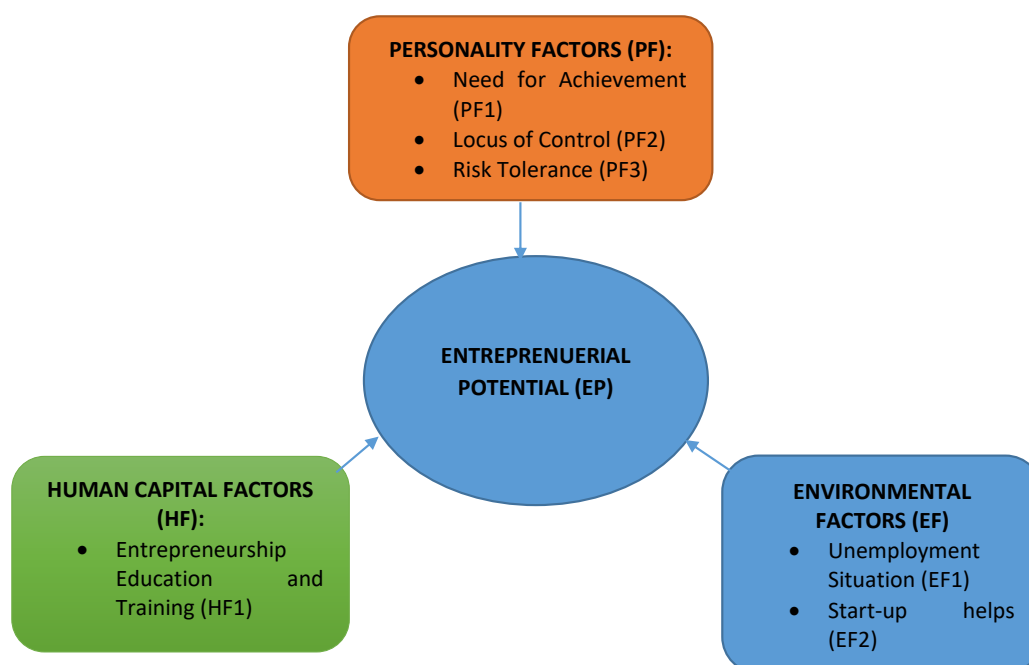


Fig. 1. Conceptual Framework

1.3.5 THEORETICAL FRAMEWORK

The theoretical framework deduced from the conceptual framework is shown in below:

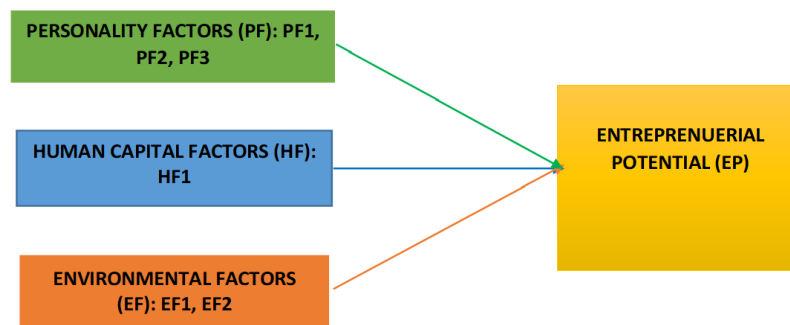


Fig. 2. Theoretical Framework

From above, the independent variables under consideration are Personal Factors (PF), Human Capital Factors (HF), and Environmental Factors (EF), and the dependent variable is Entrepreneurial Potential (EP).

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 RESEARCH DESIGN AND METHOD

This research adopts a purely quantitative approach. The quantitative approach is employed because it involves the systematic empirical investigation of social phenomena via statistical, mathematical, or computational techniques. The objective of quantitative research is to develop and employ mathematical models, theories, and/or hypotheses about phenomena, which forms part of the scope of this work. Quantitatively, some of the data gathered from the questionnaires are coded into a 5 category Likert scale that is analyzed using statistical models and tests and interpreted.

We use the ordinal regression model as employed in SPSS because the data, especially the fact that the data of the dependent variable are of the ordinal type, and the independent variables are also ordinal, which are considered in SPSS as factors. The general ordinal regression model is as follows:

Taking the dependent variable EP as in figure 2, we have

$$\ln(\theta_j / 1 - \theta_j) = \beta_0j - \beta_1PF1 - \beta_2PF2 - \beta_3PF3 - \beta_4HF1 - \beta_5EF1 - \beta_6EF2 \quad (\text{eqn. 1})$$

The function on the left-hand side of the equation is termed the logit function. β_n (where n is from 1 to 6) is the coefficient of an independent variable. Each logit has its β_0j term but the same coefficient β . That means that the effect of the independent variable is the same for different logit functions.

2.2 RESEARCH FORMAT

The research format is predominantly causal. It is a causal study because the study is interested in finding relationships as is demonstrated by the model above. Here we are looking at the concomitant variation—the degree to which a presumed cause (e.g. Need for Achievement (PF1)) and a presumed effect (Entrepreneurial Potential (EP)) occur together or vary together. With a causal study, we are interested in the relationships and the interpretation of the relationships between dependent (response) and independent (predictor) variables.

2.3 TECHNIQUES/TOOLS/APPROACHES/INSTRUMENTATION/DEVICES

The 5 categories Likert scale is used for the questionnaire administration. This is an ordered scale with code 1 representing the worst case up to code 5 representing the best case. This goes for both dependent and independent variables, where applicable. Likert scale data is an ordinal data type that requires non-parametric tests and nonparametric regression methods.

The regression model stated earlier has been modeled based on the ordinal regression model which is non-parametric. SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) is employed to run the statistics (both descriptive and inferential). A non-parametric analysis is interested in the following: Spearman rank correlation coefficient, parameter estimates, Strength of Association-Pseudo R Square: Cox and Snell R², Nagelkerke's R², McFadden's R², overall fitting test, and parameter significance.

2.4 DATA COLLECTION METHODS

This study uses or employs primary data for its analysis. No secondary data was used. All the information was gathered from the questionnaire administration. Using the 5 categories Likert Scale, there were 7 constructs; 6 questions were asked for the dependent variable (EP) construct. For the independent variables constructs (6 in all), they were all considered as ordinal (factors in SPSS). The ordinal type of independent variables still followed the 5 categories Likert scale where answers/responses to these questions were coded from 1 to 5, analyzed in SPSS, and then interpreted. Hard copies of the questionnaire were administered to Regular Business Administration and IT Management final year students in class over a week.

2.5 POPULATION AND SAMPLING PROCEDURES

The population studied was the final year Business Administration and IT Management regular students of UPSA. The choice of these two departments was due to the ease of getting access to the students, and nothing more. Other departments could have been included but getting access to the students and research assistants to administer the questions was a problem. The sampling method employed was probability sampling (random sampling). Students were chosen at random in the Business Administration class and the IT Management class to answer the questions.

2.6 SAMPLE SIZE CALCULATION

The population figure for Business Administration and IT Management final year regular students was 705 (612 for Business Administration and 93 for IT Management). The sample size was calculated using the formula below:

$$n = \frac{Z^2 * P (1-P)/e^2}{1 + ((Z^2 * P (1-P))/ e^2 N)}$$

Where N=Population=920, Z score= 1.96, P=sample proportion=50%=0.5, e=error margin=5%=0.05

The sample size realized was 249 students to be chosen at random. Based on this figure, 249 questionnaires were administered at random to the stated population.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 INTRODUCTION

This section deals with the analysis of the survey questions using statistical methods in the bid to answer the stated objectives. The questionnaire is made up of Likert scale constructs. The Likert scale constructs are 7 in number; six independent variables (PF1, PF2, PF3, HF1, EF1, EF2), and one dependent or response variable (EP). All the seven variables are of the ordinal type, requiring non-parametric analysis. In SPSS, all these variables are treated as factors. Concerning the theoretical framework, PF1, PF2, and PF3 are all personality factors representing "Need for Achievement", "Locus of Control", and "Risk Tolerance" respectively. HF1 is a human capital factor of "Entrepreneurship Education and Training". EF1 and EF2 are Environmental factors representing "unemployment situation" and "start-up helps" respectively. EP represents "entrepreneurial potential". The Likert scale questions are 37 in number (questions were picked from researchers who have worked in this area of specialty-see Appendix). The analysis of the ordinal model is intended to answer study objectives 1 to 3. As stated earlier, 249 questionnaires were administered at random, but 188 were retrieved, representing 75.5%. The remaining 24.5% that were not retrieved might be due to the rumors of Covid-19 lockdown, which became intense, as had happened in other countries, and most of the students went home. Feeding back the 188-sample size into the sample size formula and making the margin of error the subject of the formula gives a new margin of error of 6.125%, which is not out of the normal. With this figure, it means the author is 95% sure that 50% of the population of students in question (Business Administration and IT Management final year regular students in UPSA), are in agreement with the representations based on the administered questionnaire of the 188 students, give or take 6.125%.

3.2 NON-PARAMETRIC ANALYSIS

3.2.1 RELIABILITY TESTING

The survey involved a multiple-item measure for each of the seven constructs. Cronbach's alpha method was used for the test. The result of 0.7 and above implied an acceptable level of internal reliability (Table 1). Nunnally [103] has indicated 0.7 to be an acceptable reliability coefficient. Referencing Table 1, it can be said that the Cronbach's alphas for all five constructs (PF1-Need for Achievement, PF2-Locus of Control, PF3-Risk Tolerance, HF1-Entrepreneurship Education and Training, EF1-Unemployment Situation, EF2-Start-Up helps) were above the threshold (0.7), indicating acceptable levels of internal reliabilities. Thus, question items defined under each construct were well related and aggregated to give a common view about the associated construct.

Table 1. Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.742	37

3.2.2 MEASURES OF CENTRAL TENDENCY FOR CONSTRUCTS

The median score for all the questions under each construct for all the 188 respondents was recorded to represent the responses for all the constructs. This complete median score matrix showing responses for all 188 observations or respondents for each construct was fed into SPSS software for further computation and analysis. presents the overall scores of the median, mean, and standard deviations for each construct.

Table 2. Constructs' measures of central tendency

		Need for achievement	Locus of control	Risk tolerance	Entrepreneurship education and training	Unemployment situation	Start-up helps	Entrepreneurial potential
N	Valid	183	185	186	188	187	188	186
	Missing	5	3	2	0	1	0	2
Mean		4.3333	3.0108	3.7634	3.9362	3.9091	4.2713	4.4570
Median		4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000
Std. Deviation		0.60523	0.97796	0.79045	0.91111	1.01984	0.74992	0.65824

3.2.3 ORDINAL REGRESSING ANALYSIS

below is the output of the response variable, Entrepreneurial potential. Looking at the output, the link function complementary log-log $f(x) = \log(-\log(1-x))$ is recommended since the probability of higher category is high.

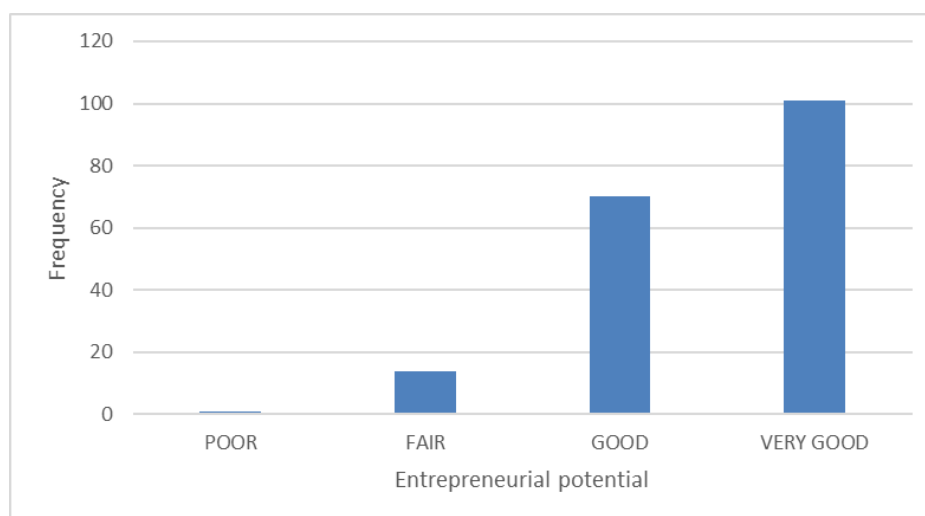


Fig. 3. Entrepreneurial potential output

3.2.4 PLUM ABSTRACT OUTPUT

The ordinal regression is implemented with the PLUM facility in SPSS. The response variable is Entrepreneurial Potential (EP), and the independent variables or predictors are Need for Achievement (PF1), Locus of control (PF2), Risk Tolerance (PF3), Entrepreneurship Education and Training (HF1), Unemployment Situation (EF1), and Start-up helps (EF2). All six independent variables are treated as factors in SPSS. The analysis of the PLUM output is shown in the ensuing sub-sections.

3.2.5 MODEL FITTING INFORMATION

The model fitting information is shown in below:

Table 3. Model fitting Information

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	293.219			
Final	245.788	47.431	22	0.001
Link function: Complementary Log-log.				

Model Fitting Information tells us whether the model gives adequate predictions or not. On the Model fitting information output, if the difference between the two log-likelihoods—the chi-square— has an observed significance level greater than 0.05, it means that you can accept the null hypothesis that the model without predictors is as good as the model with the predictors. This also means that the predictors or the independent variables do not have any significant impact on the response variable. From Table 3, significance $p=0.001 < 0.05$, hence we conclude that predictors have a significant impact on the response variable.

3.2.6 GOODNESS-OF-FIT

Information on Goodness-of-fit is shown in below:

Table 4. Goodness-of-fit

	Chi-Square	df	Sig.
Pearson	2390.137	398	0.000
Deviance	219.449	398	1.000
Link function: Complementary Log-log.			

The goodness-of-fit output contains Pearson's chi-square statistic for the model (as well as another chi-square statistic based on the deviance). We start from the null hypothesis that the fit is good. If we do not reject this hypothesis (i.e. if the p-value is large), then you conclude that the data and the model predictions are similar and that you have a good model. From Table 4, Goodness-of-fit is not certain since Pearson's significance 0 is less than 0.05, and Deviance's significance 1 is greater than 0.05. For the determination of a good fit or a bad fit, both significance figures must be greater than 0.05 or less than 0.05, respectively.

3.2.7 STRENGTH OF ASSOCIATION

below shows the strength of the Association.

Table 5. Pseudo R-Square

Cox and Snell	0.233
Nagelkerke	0.279
McFadden	0.147
Link function: Complementary Log-log.	

In measuring the strength of association between the dependent variable and the independent/predictor variables in ordinal regression, there are several -like statistics that can be used or employed. Three commonly used statistics are Cox and Snell,

Nagelkerke, and McFadden. We choose Nagelkerke since it is the best and largest among the three, and for the fact that it is an adjusted version of the Cox & Snell that adjusts the scale of the statistic to cover the full range from 0 to 1. From Table 5, a Nagelkerke value of 0.279 simply means that the model explains about 27.9% of the variation in the response variable.

3.2.8 TEST OF PARALLEL LINES

Information on the Test of parallel lines is shown in below.

Table 6. Test of parallel lines

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Null Hypothesis	245.788			
General	191.725 ^b	54.063 ^c	44	0.142

The key assumption in ordinal regression is that the effects of any explanatory variables are consistent or proportional across the different thresholds, hence this is usually termed the assumption of proportional odds (SPSS calls this the assumption of parallel lines but it is the same thing). This assumes that the explanatory variables have the same effect on the odds regardless of the threshold. From the Test of parallel lines output, the entry labeled Chi-Square is the difference between the two -2 log-likelihood values. If the lines or planes are parallel, the observed significance level for the change should be large, since the general model does not improve the fit very much. The parallel model is adequate. You do not want to reject the null hypothesis that the lines are parallel. If you do reject the null hypothesis, it is possible that the link function selected is incorrect for the data or that the relationships (slopes or coefficients) between the independent variables and logits are not the same for all logits. In that case, a multinomial logistic regression may be appropriate. Lines are parallel when significance is >0.05. From Table 6, the significance of 0.142 is greater than 0.05, so lines are parallel. This simply means that the link function chosen is correct.

3.2.9 PARAMETER ESTIMATES

shows the information on parameter estimates. From Table 23, PF1=4 (Need for Achievement), PF3=3 (Risk of Tolerance), and HF1=3 (Entrepreneurship Education and Training) are the only significant predictors for Entrepreneurial potential (EP). With the estimate of PF1 as -0.619, it simply means that as PF1=4 increases, the probability of being in one of the higher categories decreases, or in other words, the probability of being in the lower categories increase. This explanation goes for PF3=3 and HF1=3 since they all have negative estimates (see Table 7).

Table 7. Parameter estimates

		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[EP = 2.00]	-8.404	1.375	37.386	1	0.000	-11.099	-5.710
	[EP = 3.00]	-5.641	0.945	35.600	1	0.000	-7.494	-3.788
	[EP = 4.00]	-3.332	0.887	14.119	1	0.000	-5.070	-1.594
Location	[PF1=3.00]	-0.350	0.514	0.462	1	0.497	-1.358	0.658
	[PF1=4.00]	-0.619	0.291	4.522	1	0.033	-1.190	-0.049
	[PF1=5.00]	0 ^a			0			
	[PF2=1.00]	-0.557	1.060	0.276	1	0.599	-2.636	1.521
	[PF2=2.00]	-0.774	0.828	0.875	1	0.350	-2.396	0.848
	[PF2=3.00]	-0.939	0.801	1.375	1	0.241	-2.508	0.630
	[PF2=4.00]	-0.917	0.807	1.292	1	0.256	-2.498	0.664
	[PF2=5.00]	0 ^a			0			
	[PF3=1.00]	-1.642	0.909	3.267	1	0.071	-3.423	0.139
	[PF3=2.00]	-1.015	0.839	1.465	1	0.226	-2.659	0.629
	[PF3=3.00]	-1.093	0.522	4.386	1	0.036	-2.115	-0.070
	[PF3=4.00]	-0.837	0.490	2.913	1	0.088	-1.798	0.124
	[PF3=5.00]	0 ^a			0			
	[HF1=1.00]	18.672	0.000		1		18.672	18.672

[HF1=2.00]	1.168	1.128	1.073	1	0.300	-1.042	3.378
[HF1=3.00]	-1.025	0.361	8.071	1	0.004	-1.733	-0.318
[HF1=4.00]	-0.150	0.314	0.227	1	0.634	-0.766	0.466
[HF1=5.00]	0 ^a			0			
[EF1=1.00]	-1.195	0.853	1.962	1	0.161	-2.866	0.477
[EF1=2.00]	-0.852	0.585	2.123	1	0.145	-1.999	0.294
[EF1=3.00]	-0.505	0.339	2.226	1	0.136	-1.169	0.158
[EF1=4.00]	-0.433	0.315	1.885	1	0.170	-1.050	0.185
[EF1=5.00]	0 ^a			0			
[EF2=1.00]	-2.399	1.597	2.258	1	0.133	-5.529	0.730
[EF2=2.00]	-0.470	1.101	0.182	1	0.669	-2.627	1.688
[EF2=3.00]	0.048	0.456	0.011	1	0.917	-0.846	0.941
[EF2=4.00]	-0.275	0.274	1.011	1	0.315	-0.812	0.261
[EF2=5.00]	0 ^a			0			
Link function: Complementary Log-log.							
a. This parameter is set to zero because it is redundant.							

4 CONCLUSIONS

From the ordinal regression analysis, the practical interpretation is that the “Entrepreneurial potential” of the students depends on their personality traits of “Need for achievement” and “Risk tolerance” and the human capital factor of “Entrepreneurship education and training”. Entrepreneurship education and training is the most significant predictor among the three with a p-value of 0.004. This is followed by the “need for achievement” with a p-value of 0.033, and then risk tolerance with a p-value of 0.036. In other words, the desire and ability of the students to set up their businesses are contingent firstly on the level of entrepreneurial education and training followed by their desire to achieve something meaningful for themselves, and then their ability to take risks. This means that when it comes to the entrepreneurial potential of the students, a lot must be done on the personal traits of students. Again, by extrapolation, universities must enhance their entrepreneurial formal and informal education to boost the entrepreneurial potential of students. The students must as a matter of urgency endeavor to train themselves in entrepreneurship formerly and informally, to enhance their entrepreneurial potential.

This work is consistent with the work of Zeffane [104] who also found “need for achievement” as a significant predictor of entrepreneurial potential, and that of Ahu [43] who also found that personality traits had a positive effect on entrepreneurial potential.

REFERENCES

- [1] A. Leffel, J. Darling, “Entrepreneurial versus organizational employment preferences: a comparative study of European and American respondents,” *Journal of Entrepreneurship Education*, 12, 79–93, 2009.
- [2] G. Nabi, R. Holden, and A. Walmsley, “Graduate Career-making and business start-up: a literature review,” *Education and Training* 48 (5), 373–385, 2006. <http://dx.doi.org/10.1108/00400910610677072>.
- [3] N. M. Carter, W. B. Gartner, K. G. Shaver, and E. J. Gatewood, “The career reasons of nascent entrepreneurs,” *Journal of Business Venturing* 18, 13–39, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00078-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00078-2).
- [4] L. Kolvereid, “Prediction of employment status choice intentions,” *Entrepreneurship Theory & Practice*, Fall, 47–57, 1996.
- [5] E. Autio, R. Keeley, M. Klofsten, and T. Ulfstedt, “Entrepreneurial intent among students: testing an intent model in Asia, Scandinavia, and USA.” 1997. In Sexton. D.L., Kasarda. J.D. (Eds), *Frontiers of Entrepreneurial Research*. Babson College Publications, Wellesley MA 133–147.
- [6] E. Autio, Keeley, R. H., Klofsten, M., Parker, G. G. C., and Hay, M, “Entrepreneurial intent among students in Scandinavia and in the USA,” *Enterprise and Innovation Management Studies*, 2 (2), 145-160, 2001. <http://dx.doi.org/10.1080/14632440110094632> [Links].
- [7] A. Fayolle, B. Gailly, and N. Lassas-Clerc, “Assessing the impact of entrepreneurship education programmes: a new methodology,” *Journal of European Industrial Training* 30 (9), 2006. <http://dx.doi.org/10.1108/03090590610715022>.
- [8] W. Baah-Boateng, “Determinants of unemployment in Ghana” *African Development Review* 25 (4), 385–399, 2013.
- [9] T. B. Bhebhe, R. K. Bhebhe, and B. S. Bhebhe, “An Investigation into the Causes of Unemployment among Youths in the City of Harare,” *Global Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, 4 (2), 90-102, 2016.

- [10] P. S. O. Uddin, O. O. Uddin, "Causes, effects and solutions to youth unemployment problems in Nigeria," *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences (JETEMS)*, 4 (4), 397-402, 2013.
- [11] S. P. Kerr, W. R. Kerr, and T. Xu, "Personality Traits of Entrepreneurs: A Review of Recent Literature," Working Paper 18-047: Harvard Business School, 2017.
- [12] R. Cantillon, "Essai sur la nature du commerce en general", London: Fetcher Gyler, 1755. Also: Edited with an English translation by H. Higgs, 1931, London: MacMillan. The manuscript was probably written around 1720 and was published after Cantillon was murdered in 1734. It is believed that he himself wrote the French and English versions.
- [13] G. Onuoha, "Entrepreneurship," *AIST International Journal* 10, 20-32, 2007.
- [14] W. K. Bolton, J. L. Thompson, "Entrepreneurs: Talent, Temperament, Technique," Butterworth Heinemann, Oxford, 2000.
- [15] S. Shane, S. Venkataraman, "Entrepreneurship as a field of research the promise of entrepreneurship as a field of research," *Academy of management review*, 26 (1), 13-17, 2000.
- [16] P. Anurag, "Introduction to Entrepreneurship," 2016. Available at <https://www.researchgate.net/publication/301659818>.
- [17] N. Scarborough, "Effective Small Business Management: An Entrepreneurial Approach," Massachusetts: Pearson Education Ltd., 2012.
- [18] B. Barringer, R. Ireland, "Entrepreneurship: Successfully Launching New Ventures", 2nd ed. New Jersey: Pearson Education Ltd., 2008.
- [19] E. de Pillis, K. Reardon, "The influence of personality traits and persuasive messages on entrepreneurial intention: A cross-cultural comparison," *Career Development International* 12 (4), 382-396, 2007.
- [20] M. Z. Zahariah, M. A. Amalina, and E. K. Ghani, "Entrepreneurship intention among Malaysian business students," *Canadian Social Science* 6 (3), 34-44, 2010.
- [21] R. M. Zeffane, "Towards a two-factor theory of interpersonal trust: A focus on trust in leadership," *The International Journal of Commerce and Management*, 20 (3), 213-224, 2010.
- [22] K. A. Johnston, B. K. Andersen, J. Davidge-Pitts, and M. Ostensen-Saunders, "Identifying student potential for ICT entrepreneurship using Myers-Briggs Personality Type Indicators," *Journal of Information Technology Education*, 8 (1), 29-43, 2009.
- [23] M. R. Barrick, "Yes, personality matters: Moving on to more important matters," *Human Performance*, 18 (4), 359-372, 2005.
- [24] Frese, M. 2009. "Toward a psychology of entrepreneurship - An action theory perspective, *Foundations and Trends in Entrepreneurship*." 5 (6): 435-494. doi: 10.1561/03000000028.
- [25] S. Fineman, "The achievement motive construct and its measurement: Where are we now?" *British Journal of Psychology*, 68 (1), 1-22, 1977.
- [26] H. J. Hermans, "A questionnaire measure of achievement motivation," *Journal of Applied Psychology* 54 (3), 353-373, 1970. Also available at [http://dx.doi.org/10.1016/0191-8869\(85\)90092-3](http://dx.doi.org/10.1016/0191-8869(85)90092-3).
- [27] D. C. McClelland, "The Achieving Society," Collier-Macmillan, New York, and London, 1961.
- [28] D. C. McClelland, "Characteristics of successful entrepreneurs," *Journal of Creative Behavior*, 21 (2), 219-33, 1987.
- [29] H. Murray, "Explorations in Personality," Oxford University Press, New York, 1938.
- [30] D. C. McClelland, "Human Motivation," Scott Foresman, Glenview, IL, 1985.
- [31] D. C. McClelland, "Achievement and entrepreneurship: A longitudinal study," *Journal of Personality and Social Psychology* 1 (4), 389-392, 1965.
- [32] T. M. Amabile, "Entrepreneurial creativity through motivational synergy," *Journal of Creative Behavior*, 31 (1), 18-26, 1997.
- [33] C. J. Collins, P. J. Hanges, and E. A. Locke, "The relationship of achievement motivation to entrepreneurial behavior: A meta-analysis," *Human Performance* 17 (1), 95-117, 2004.
- [34] H. C. Koh, "Testing hypotheses of entrepreneurial characteristics: A study of Hong Kong MBA students," *Journal of Managerial Psychology*, 11 (3), 12-25, 1996.
- [35] B. Kirkcaldy, A. Furnham, and R. Levine, "Attitudinal and personality correlates of a nation's pace of life," *Journal of Managerial Psychology*, 16 (1), 20-34, 2001.
- [36] M. H. Morris, D.L. Sexton, "The concept of entrepreneurial intensity: Implications for company performance," *Journal of Business Research*, 36 (1), 13-25, 1996.
- [37] S. Shane, "A General Theory of Entrepreneurship: The Individual-Opportunity Nexus", Aldershot, UK: Edward Elgar Publishing, 2003.
- [38] G. Segal, D. Borgia, and J. Schoenfeld, "The motivation to become an entrepreneur," *International Journal of Entrepreneurial Behavior and Research* 1 (1), 42-57, 2005.
- [39] A. Aziz, T. Izah, S. Ibraahim, and A. A. Aziz, "An empirical analysis of the need for achievement motivation in predicting entrepreneurial persistence in Bumiputra entrepreneurs in Terengganu, Malaysia," *International Journal of Business and Globalisation*, 2018. 20. 190. 10.1504/IJBG.2018.10010227.
- [40] E. Klinger, "Fantasy and achievement as a motivational construct," *Psychological Bulletin* 66 (4), 291-308, 1966.

- [41] S. Schatz, "N-achievement and economic growth: A critical appraisal," in P. Kilby (ed.), *Entrepreneurs and Economic Development*, The Free Press, New York 183–190, 1971.
- [42] S. L. Mueller, A. S. Thomas, "Culture and entrepreneurial potential: A nine country study of locus of control and innovativeness," *Journal of Business Venturing*, 16 (1), 51–75, 2001.
- [43] T. K. Ahu, "Personality Traits on Entrepreneurial Intention," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, Science Direct, 12 – 21, 2016.
- [44] D. Hisrich, Robert, P. Peters, Michael, "Entrepreneurship" 4th Ed. Boston: Irwin McGraw-Hill, 1998.
- [45] R. Green, J. David, M. Dent, and A. Tyshkovsky, "The Russian entrepreneur: a study of psychological characteristics," *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 2 (1), 49 – 58, 1996.
- [46] J. B. Rotter, "Social Learning and Clinical Psychology," Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1954.
- [47] R. H. Brockhaus, P. S. Horwitz, "The psychology of the entrepreneur," 1986. In D. Sexton and R. Smilor, eds. *The Art and Science of Entrepreneurship*. Ballinger Publishing Company Pensacola, FL: 25-48.
- [48] O. C. Hansemark, "Need for achievement, locus of control and the prediction of business startups: A longitudinal study," *Journal of Economic Psychology*, 24, 301-319, 2003.
- [49] Y. Gürol, N. Atsan, "Entrepreneurial characteristics amongst university students: Some insights for entrepreneurship education and training in Turkey," *Education+ Training* 48 (1), 25-38, 2006.
- [50] A. Shapero, "The displaced, uncomfortable entrepreneur," *Psychology Today*, 83-88, 1975.
- [51] R. H. Brockhaus, "The psychology of the entrepreneur," 1982. In C.A. Kent, D.L. Sexton, and K.H. Vesper, eds. *Encyclopedia of Entrepreneurship*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ: 39-56.
- [52] W. B. Gartner, "A conceptual framework for describing the phenomenon of new venture creation," *Academy of Management Review*, 10, 696-706, 1985.
- [53] C. Perry, "After further sightings of the Heffalump," *Journal of Managerial Psychology* 5, 22-31, 1990.
- [54] K. G. Shaver, L.R. Scott, "Person, process, choice: The psychology of new venture creation," *Entrepreneurship Theory and Practice* 23-45, 1991.
- [55] S. Orman, "Factors Affecting Entrepreneurial Intentions: An Application for University Students and University Graduate Employees," 2009. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yönetim ve Organizasyon (İngilizce) Bilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi (Unpublished Master Dissertation).
- [56] S. U. Ahmed, "NAch, "Risk-taking Propensity, Locus of Control, and entrepreneurship," *Personality and Individual Differences* 6 (6), 781-782, 1985.
- [57] W. G. Broehl, "The village entrepreneur: Change agents in India's Rural Development," Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- [58] P. Liles, "Who are the entrepreneurs?" *MSU Business Topics*, 22, 5-14, 1974.
- [59] H. H. Meyer, W. B. Walker, and G. H. Litwin, "Motive patterns and risk preferences associated with entrepreneurship," *The Journal of Abnormal and Social Psychology* 63 (3), 570-574, 1961. Also available at <http://dx.doi.org/10.1037/h0043698>.
- [60] T. M. Begley, D. P. Boyd, "Psychological characteristics associated with performance in entrepreneurial firms and small businesses," *Journal of Business Venturing* 1 (2), 79-93, 1987.
- [61] C. Matthews, S. Scott, "Uncertainty and planning in small and entrepreneurial firms: an empirical assessment," *Journal of Small Business Management*, 33 (4), 34–52, 1995.
- [62] W. H. Jr. Stewart, P. L. Roth, "Risk propensity differences between entrepreneurs and managers: a meta-analytic review," *Journal of Applied Psychology*, 86 (1), 145–53, 2001.
- [63] A. Rauch, M. Frese, "Let's put the person back into entrepreneurship research: A meta-analysis on the relationship between business owners' personality traits, business creation, and success," *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 16 (4), 353-385, 2007. doi: 10.1080/13594320701595438.
- [64] C. C. Chen, P. G. Greene, and A. Crick, "Does entrepreneurial self-efficacy distinguish entrepreneurs from managers?" *Journal of Business Venturing*, 13, 295-316, 1998.
- [65] E. K. Winslow, G. T. Solomon, and A. Tarabishy, "Empirical investigation into entrepreneurship education in the United States: some results of the 1997 national survey of entrepreneurial education," Paper presented at the USASBE/SBIDA Annual National Conference Sailing the Entrepreneurial Wave into the 21st Century, January 14-17. San Diego: USA, 1999.
- [66] J. R. McIntyre, M. Roche, "University education for entrepreneurs in the United States: a critical and retrospective analysis of trends in the 1990s," Atlanta, USA: Georgia Institute of Technology, 1999.
- [67] K. H. Vesper, W. E. McMullan, "Entrepreneurship: today courses, tomorrow degrees?" *Entrepreneurship Theory and Practice*, 13 (1), 7-13, 1988.
- [68] R. Shinnar, M. Pruett, and B. Toney, "Entrepreneurship Education: Attitudes Across Campus," *Journal of Education for Business*, Heldref Publications, 2009.
- [69] B. P. D. Riyanti, "Kewirausahaan Bagi Mahasiswa," 1st edn. Jakarta: Fakultas Psikologi: Unika Atma Jaya, 2009.
- [70] R. W. Stuart, P. A. Abetti, "Impact of entrepreneurial and management experience on early performance," *Journal of Business Venturing*, 5 (3), 151-162, 1990.

- [71] P. Westhead, M. Wright, "Novice, Serial and Portfolio Founders: Are They Different?" *Journal of Business Venturing*, 13 (3), 173-204, 1998.
- [72] D. Ucbasaran, P. Westhead, and M. Wright, "Habitual Entrepreneurs," Aldershot: Edward Elgar, 2006.
- [73] J. Cope, "Entrepreneurial learning from failure: An interpretative phenomenological analysis," *Journal of Business Venturing*, 26, 604-623, 2011.
- [74] M. Minniti, W. Bygrave, "A Dynamic Model of Entrepreneurial Learning," *Entrepreneurship Theory and Practice*, 25 (3), 5-16, 2001.
- [75] D. Ucbasaran, D. P. Westhead, M. Wright, and M. Flores, "The nature of entrepreneurial experience, business failure and comparative optimism," *Journal of Business Venturing*, 25, 541-555, 2010.
- [76] P. A. Gompers, J. Lerner, D. Scharfstein, and A. Kovner, "Performance Persistence in Entrepreneurship and Venture Capital," *Journal of Financial Economics*, 96 (1), 18-32, 2010.
- [77] A. C. Corbett, "Experiential learning within the process of opportunity identification and exploitation," *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29 (4), 473-491, 2005.
- [78] J. S. Frankish, R. G. Roberts, A. Coad, T. C. Spears, and D. J. Storey, "Do entrepreneurs really learn? Or do they just tell us that they do?" *Industrial and Corporate Change*, 1464-3650, 2012.
- [79] K. Nielsen, S. D. Sarasvathy, "Who reenters entrepreneurship? And who ought to? An empirical study of success after failure," Paper presented at the DIME-DRUID ACADEMY, 2011.
- [80] C. C. Baughin, J. S. R. Cao, V. A. Lim, and K. E. Neupert, "Normative, social and cognitive predictors of entrepreneurial interest in China, Vietnam and the Philippines," *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 11 (1), 23-36, 2006.
- [81] L. Galloway, W. Brown, "Entrepreneurship Education at University: A Driver In the Creation of High Growth Firms?" *Education + Training*, 44 (8/9), 398-405, 2002.
- [82] B. Bolton, J. Thompson, J. "Entrepreneurs: Talent, temperament, technique, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004.
- [83] C. Gerry, C. S. Marques, and F. Nogueira, "Tracking student entrepreneurial potential: Personal attributes and the propensity for business start-ups after graduation in a Portuguese university," *Problems and Perspectives in Management*, 6 (4), 45-53, 2008.
- [84] M. Guerrero, J. Rialp, and D. Urbano, "The impact of desirability and feasibility on entrepreneurial intentions: A structural equation model," *International Entrepreneurship and Management Journal*, 4 (1), 35-50, 2008.
- [85] D. Hull, J. Bosley, and G. Udell, "Identifying potential entrepreneurs by personality characteristics," *Journal of Small Business* 18 (1), 11-18, 1980.
- [86] N. E. Krueger, D. V. Brazeal, "Enterprise potential and potential entrepreneurs," *Entrepreneurship Theory and Practice*, 18 (3), 91-104, 1994.
- [87] N. F. Krueger, A. Carsud, "Entrepreneurship intentions: Applying the theory of planned behavior," *Entrepreneurship and Regional Development*, 5 (3), 315-330, 1993.
- [88] R. Lachman, "Toward measurement of entrepreneurship tendencies," *Management International Review*, 20 (2), 127-139, 1980.
- [89] W. D. Mitchell, "The 'new' middle manager: Unleashing entrepreneurial potential," *Canadian Public Administration* 32 (2), 234-243, 1989.
- [90] A. Sahay, S. K. Rai, "How entrepreneurial are youth of Varanasi: An empirical study through cyber cafes," *Journal of Services Research*, 4 (2), 175-203, 2004.
- [91] W. B. Walstad, M. L. Kourilsky, "Entrepreneurial attitudes and knowledge of black youth," *Entrepreneurship Theory and Practice*, 23 (2), 5-18, 1998.
- [92] J. M. Veciana, M. S. Aponte, and D. Urbano, "University students' attitudes towards entrepreneurship: A two countries comparison," *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1 (1), 165-182, 2005.
- [93] M. Entrialgo, E. Fernández, and C. J. Vázquez, "Characteristics of Managers as Determinants of Entrepreneurial Orientation: Some Spanish Evidence," *Enterprise and Innovation Management Studies*, 1 (2), 187-205, 2000. DOI: 10.1080/14632440050119596.
- [94] G. Grubuz, S. Aykol, "Entrepreneurial management, entrepreneurial orientation, and Turkish small firm growth," *Management Research News*, 32 (4), 321-336, 2009.
- [95] M. P. Miles, D. R. Arnold, "The relationship between marketing orientation and entrepreneurial orientation," *Entrepreneurship Theory and Practice*, 15 (4), 49-65, 1991.
- [96] G. T. Lumpkin, G. G. Dess, "Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance," *Academy of Management Review*, 21 (1), 135-172, 1996.
- [97] N. C. Bjandari, "Intention for entrepreneurship among students in India," *Journal of Entrepreneurship* 15 (2), 169-179, 2006.
- [98] E. J. Douglas, D. A. Shepherd, "Self-employment as career choice: Attitudes, entrepreneurial intentions, and utility maximization," *Entrepreneurship (Theory and Practice)*, 26 (3), 81-90, 2002.

- [99] N. F. Krueger, M. D. Reilly, and A. L. Carsrud, "Competing models of entrepreneurial intentions," *Journal of Business Venturing*, 15 (5/6), 411–32, 2000.
- [100] M. Van Gelderen, B. Maryse, B. Wynand, E. Poutsma, and A. Van Gils, "Explaining entrepreneurial intentions by means of the theory of planned behavior," *Career Development International*, 13 (6), 538–559, 2007.
- [101] D. Turker, S.S. Selcuk, "Which factors affect entrepreneurial intention of university students?" *Journal of European Industrial Training*, 33 (2), 142–159, 2009.
- [102] M. Kakkonen, "Students' perceptions of their business competences and entrepreneurial intention Management," 6 (3), 225-243, 2011.
- [103] J. C. Nunnally, "Psychometric theory", 2nd ed. McGraw-Hill: New York, 1978.
- [104] R. Zeffane, "Need for achievement, personality, and entrepreneurial potential: a study of young adults in the United Arab Emirates," *Journal of Enterprising Culture*, 21 (1), 75-105, 2013. doi: 10.1142/s0218495813500040.

APPENDIX

RESEARCH QUESTIONNAIRE

Dear respondent,

By filling out this questionnaire you participate in a study on the topic: **“Impact of personality, human capital, and environmental influences on entrepreneurial potential: a study of UPSA's final year students”**. Filling out this questionnaire will take *less than 20 minutes* of your time. We would like to express our utmost gratitude for your participation!

Kind regards,
The team

PERSONAL INFORMATION

Program of Study: ☐ ITM ☐ BA

A. PERSONALITY FACTORS

Need for Achievement-PF1

Mhango (2006):

1. I desire and pursue success
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
2. I have little fear of failure
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
3. I attribute success or failure to myself rather than to others and circumstances
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
4. I enjoy completing tasks
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
5. I return to uncompleted tasks and finish them
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
6. I put in great effort sometimes in order to learn something new
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

Zeffane, R (2013):

7. I always do my best whether I am alone or with someone
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
8. I always try hard to improve on my past performance
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
9. I enjoy working towards clear, challenging goals
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
10. In general, I try to make every minute count
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
11. I often put pressure on myself to achieve as much as I can
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

Locus of Control-PF2

Kristiensen and Indarti (2004):

12. If I fail on a task, I tend to give up
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
13. Diligence and hard work usually lead to success
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
14. I do not really believe in luck
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

Risk Tolerance-PF3

Verheul et al (2006)

15. One should not start a business if there is a risk it might fail
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
16. Risk of failure is a major concern for me
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
17. I can take risks with my money, such as investing in stocks. (Hisrich & Peters, 2002)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
18. When I travel, I tend to take new routes. (Hisrich & Peters, 2002)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
19. I like to try new foods, new places, and totally new experiences. (Hisrich & Peters, 2002)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
20. I will take a serious risk within the next six months. (Own thoughts)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

B. HUMAN CAPITAL FACTORS

Entrepreneurship Education and Training-HF1

21. In my university, students are actively encouraged to pursue their own ideas. (Autio et al., 2001)
A. Strongly Disagree B. Disagree C. Neutral D. Agree E. Strongly Agree
22. In my university, you get to meet lots of people with good ideas for a new business. (Autio et al., 2001)
A. Strongly Disagree B. Disagree C. Neutral D. Agree E. Strongly Agree
23. Entrepreneurship courses at my university prepare people well for an entrepreneurial career. (Autio et al., 1997)
A. Strongly Disagree B. Disagree C. Neutral D. Agree E. Strongly Agree
24. Entrepreneurship cannot be taught. (Autio et al., 2001)
A. Strongly Disagree B. Disagree C. Neutral D. Agree E. Strongly Agree

C. ENVIRONMENTAL FACTORS

Unemployment situation-EF1

25. I will venture into my own business because I know several graduates without jobs
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
26. I will venture into my own business because there are not enough white color jobs
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
27. I will venture into my own business because the civil service and the public sector are not employing
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

Start-up helps-EF2

28. In my university, there is a well-functioning support infrastructure to support the start-up of new firms. (Autio et al., 2001)
A. Strongly Disagree B. Disagree C. Neutral D. Agree E. Strongly Agree
29. My family and friends will support me to start my own business. (Krueger et al., 2000)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
30. If I became an entrepreneur, my family would consider it to be an achievement, and they will be happy. (Autio et al., 2001)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely
31. If I became an entrepreneur, my close friends would consider it to be an achievement, and they will be happy. (Autio et al., 2001)
A. Very Unlikely B. Unlikely C. Neutral D. Likely E. Very Likely

ENTREPRENEURIAL POTENTIAL (EP)

Zeffane, R (2013):

32. I often think of starting or building a business
A. Never B. Seldom C. Sometimes D. Often E. Almost Always
33. I believe I have good leadership skills and can be an effective leader
A. Very Poor B. Poor C. Fair D. Good E. Very Good
34. I am competitive and welcome/enjoy activities that ask me to compete with others
A. Very Poor B. Poor C. Fair D. Good E. Very Good
35. I am innovative and I can find solutions to my daily challenges and problems
A. Very Poor B. Poor C. Fair D. Good E. Very Good
36. I am a hard-working person and always try my best to succeed
A. Very Poor B. Poor C. Fair D. Good E. Very Good
37. I am very good at managing money
A. Very Poor B. Poor C. Fair D. Good E. Very Good

Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol et du couvert végétal des parcs arborés du Département de la Nya, Sud du Tchad

[Spatio-temporal Dynamics of Land Use and Land Cover of the tree-based Parks in the Nya division, South of Chad]

Hervé Mbaiyetom^{1,2}, Marie Louise Avana Tientcheu², Martin Tchamba Ngankam², Junior Baudoin Wouokoue Taffo³, and Armand Delanot Tanougong²

¹Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Doba, BP 03 Doba, Chad

²Département de Foresterie, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP 222 Dschang, Cameroon

³Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Maroua, BP 814 Maroua, Cameroon

Copyright © 2020 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: Chad's tree-based parks undergo increasing human pressure, leading to the loss of biodiversity and the modification of the ecological landscape. This study was carried out in the Nya division, Far South of Chad. It aimed to analyze the spatial and temporal dynamics of land cover between 1984 and 2016 and to determine the drivers of vegetation degradation. The databases used were made up of 3 Landsat satellite images (MSS de 1984, TM de 2002 et ORLI_TIRS de 2016) and supplemented by field studies. Satellite images were processed using ENVI and ArcGIS software. Interview was used to identify the activities carried out by the local population. In 1984, Nya division consisted of seven types of land cover, the most important of which was tree-based parks (27.17%), followed by gallery forest (23.59%), shrub savannah (16.68%) and herb savannah (14.59%). Gradually tree-based parks and gallery forest disappeared. In 2016, the main types of land cover were herb savannah (35.74%), house and bare soil (33.32%) and shrub savannah (10.04%). Petroleum project, agriculture, overgrazing, population growth, wood collection and bushfires are perceived by local population as main drivers of forest cover change. These results suggest the establishment of an effective sustainable management policy of tree-base parks of Nya division to avoid its total destruction and its biodiversity loss.

KEYWORDS: Spatial and temporal dynamics, degradation factors, Landsat, Tree parks, Chad.

RESUME: Les parcs arborés du Tchad subissent des pressions anthropiques croissantes entraînant la perte de la biodiversité et la modification du paysage écologique. La présente étude a été réalisée dans le département de la Nya, Extrême Sud du Tchad. Elle avait pour objectif d'évaluer la dynamique spatio-temporelle des couverts de la terre de 1984 à 2016 et de déterminer les causes de dégradation de la végétation. Les bases de données utilisées sont composées de 3 images satellites de Landsat (MSS de 1984, TM de 2002 et ORLI_TIRS de 2016) et ont été complétées par des études sur le terrain. Les images satellitaires ont été traitées en utilisant le logiciel ENVI et Arc GIS. L'interview a été utilisée pour identifier les activités effectuées par la population locale. En 1984, le département de la Nya était composé de sept types d'occupation de la terre donc les plus importants étaient: parcs arborés (27,17%), galerie forestière (23,59%), savane arbustive (16,68%) et savane herbeuse (14,59%). Graduellement les parcs arborés et la galerie forestière ont disparu. En 2016, les types principaux d'occupation de la terre étaient la savane herbeuse (35,74%), bâtis et sol nu (33,32%) et savane arbustive (10,04%). Le projet pétrolier, l'agriculture, le surpâturage, l'augmentation de la population, la collecte de bois et les feux de brousses sont perçus par la population locale comme les principales causes du changement de la couverture forestière. Ces résultats suggèrent la mise en place d'une politique efficace de gestion durable des parcs arborés du département de la Nya afin d'éviter sa destruction totale et la perte de sa biodiversité.

MOTS-CLEFS: Dynamique spatio-temporelle, facteurs de dégradation, Landsat, Parcs arborés, Tchad.

1 INTRODUCTION

La dégradation des écosystèmes forestiers liée à de nombreux facteurs naturels et anthropiques et les menaces d'extinction écologique des ressources dont elles regorgent constituent les préoccupations majeures en matière de gestion durable de l'environnement dans les pays sahéliens [1]. La pression anthropique se caractérise par les feux de brousse tardifs et incontrôlés, l'agriculture itinérante sur brûlis, la quête permanente du bois énergie, le surpâturage et l'accroissement démographique. Au Tchad, la destruction de ces ressources forestières évolue à un rythme inquiétant. En 2003, les estimations faisaient état d'une destruction annuelle moyenne de 142800 ha du fait des activités anthropiques et des variations climatiques [2]. Cette dégradation s'amplifie au fil des ans et expose les populations, surtout celles vivant en zone rurale, à des conditions de vie difficiles. Les parcs arborés qui sont de systèmes rationnels d'utilisation des terres mis au point par les cultivateurs au fil des générations pour diversifier leur production, réduire les risques écologiques associés à la forte variabilité climatique, générer des revenus et autres aspects du bien-être humain [3] n'ont pas échappé à cette tendance globale de destruction avec des conséquences extrêmement graves.

Dans le département de la Nya, cette destruction conduit à une mortalité sélective des ligneux qui sont déjà fragilisés par la faiblesse et la lenteur de leur reconstitution spontanée et, à une diminution de la biodiversité modifiant ainsi de nombreux paysages écologiques [4]. La perte du couvert végétal expose les sols qui sont soumis aux agents d'érosions de toutes sortes. Il s'en suit de vastes étendues de terres complètement nues et impropres à l'agriculture dont la mise en valeur est rendue difficile par les moyens rudimentaires dont disposent les paysans [5], [6]. De plus, ces sols nus exposent les populations à des fréquences répétées des vents violents qui entraîne souvent la destruction des habitations, l'ébranchage et surtout la chute des arbres entiers réduisant ainsi le couvert végétal [7]. Cette situation pourrait créer à la longue des déséquilibres écologiques dans le département de la Nya.

Bien que la pression sur les ressources naturelles ne cesse de s'accroître, des données précises sur la cartographie détaillée, la dynamique de la végétation et sur l'appauvrissement de la biodiversité de certaines formations forestières fait encore défaut au Tchad. C'est le cas des parcs arborés du département de la Nya. De telles informations sont très importantes pour la mise en place des mécanismes durables de gestion de ce système agroforestier [8]. Cette étude se propose d'améliorer les connaissances sur la dégradation du Parc arborés et de mettre auprès des acteurs, des informations fiables susceptibles de booster un changement dans le processus de gestion durable de ces écosystèmes agroforestiers. Cette étude a pour objectif de caractériser et cartographier les différents types d'occupation des terres des parcs arborés dans le département de la Nya et d'évaluer la dynamique forestière entre 1984 et 2016. Elle se fonde sur l'hypothèse que les changements observés entre 1984 et 2016 sur la couverture végétale des parcs arborés du département de la Nya sont imputables aux activités anthropiques dans un contexte de changement climatique.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le département de la Nya avec une superficie de 2 954 km², représente 22,7% de la province du Logone oriental et seulement 0,23% du territoire national (Figure 1). Il est situé entre 8° et 9°15' de latitude Nord et entre 16°20' et 16°50' de longitude Est. Le climat est de type tropical soudanien caractérisé par une saison sèche courte (Novembre-Mars) et une saison pluvieuse longue (Avril-Octobre). Les précipitations annuelles varient entre 1000 et 1200 mm d'eau. La température varie selon les différentes saisons de l'année donc la maximale se situe autour de 40°C pour les mois de mars et avril et la minimale autour de 20°C en décembre et janvier. Il existe une diversité de sols dont les plus représentés sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés, les sols ferralitiques et les sols hydromorphes. La végétation est constituée des arbres isolés dans les parcelles agricoles ou parcs arborés, des galeries forestières, des savanes arbustives et des reliques des savanes arborées. Les espèces les plus dominantes de ces formations sont *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus lucens*, *Kaya senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus*, *Burkea africana*, *Lophira lanceolata*, *Prosopis africana*...

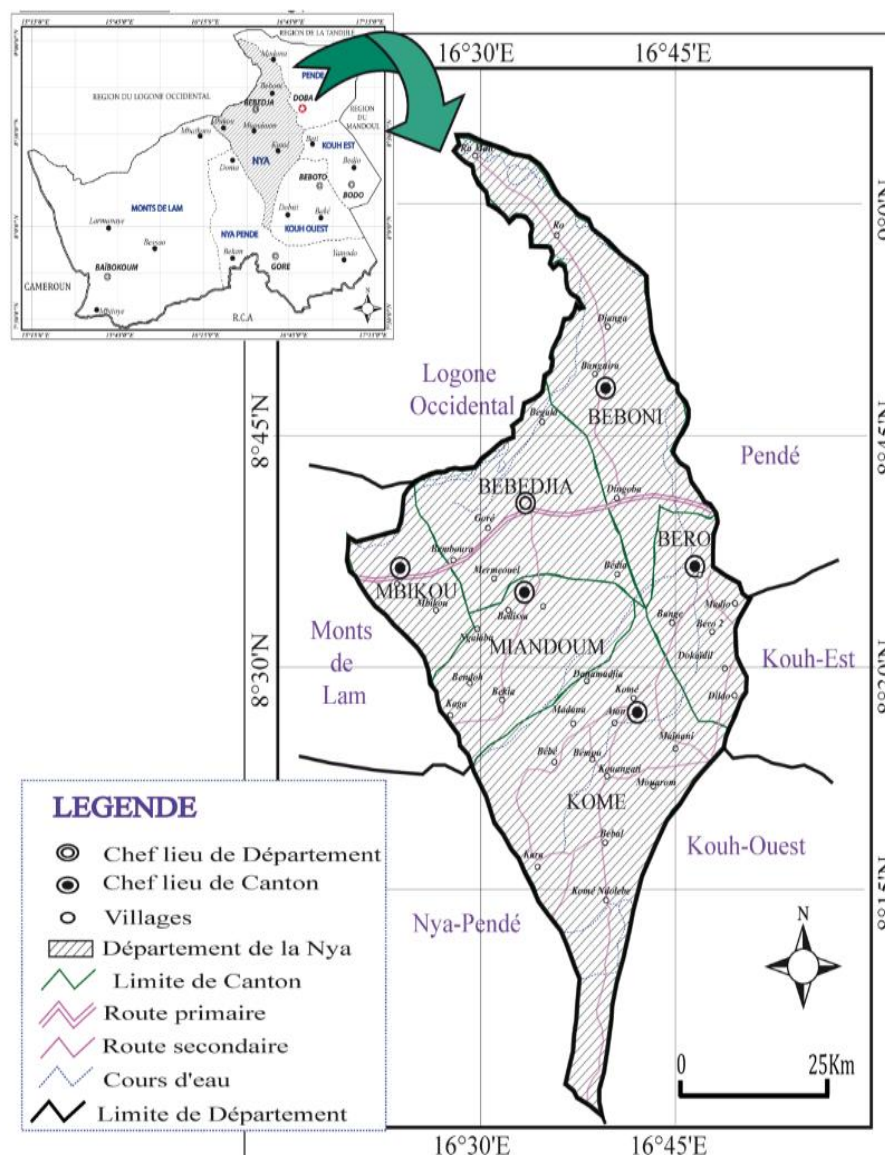


Fig. 1. Département de la Nya

2.2 MATÉRIEL UTILISÉ

Les images satellitaires utilisées ont été acquises à la même période de l'année afin de réduire les problèmes liés aux différences d'angles solaires, aux changements phénologiques de la végétation et à la différence d'humidité des sols. Ce sont les scènes de Landsat MSS du 11 novembre 1984, Landsat 5 TM du 13 novembre 2002 et Landsat 8 OLI TIRS du 26 novembre 2016 de résolution spatiale de 30 mètres, de projection UTM zone 33 N avec ellipsoïde de référence WGS84. L'image Digital Globe de résolution 2,5 m a été utilisée pour la finalisation de la carte d'occupation des sols. Toutes les images sont issues de la base de données de *United State Geological Survey* (USGS, www Landsat.usgs.gov/).

2.3 TRAITEMENTS NUMÉRIQUES DES IMAGES SATELLITAIRES

Pour le traitement numérique des images satellitaires et la cartographie, un ensemble d'opérations a été appliqué. La première opération a consisté à faire des corrections géométriques et radiométriques qui ont permis de régler le calage entre les scènes et d'améliorer leur lisibilité avec comme image de référence Landsat 8 OLI. Les compositions colorées ont été faites dans le logiciel Envi 5.3. La classification supervisée des images a consisté à définir la nomenclature des différents types d'occupation des sols basée sur le model LCCS (Land Cover Classification System) [9].

La classification dirigée par la méthode de maximum de vraisemblance a été appliquée pour chacune des images de 1984, 2002 et 2016 et a permis l'identification des différentes classes d'occupations des terres qui sont: parcs arborés, galerie forestière, savanes arbustives, jachères, savane herbeuse, bâtis et sols nus et plan d'eau.

Par ailleurs, pour éliminer les pixels isolés et homogénéiser la classification thématique, un filtre de 3 x 3 pixels a été appliqué aux images classifiées. La vectorisation des images classifiées a été réalisée et a permis de générer les cartes d'occupation des terres des parcs arborés du département de la Nya de 1984, 2002 et 2016 à travers le logiciel Arcmap 10.5.

Des missions de terrain « vérité terrain » ont été organisées pour la validation des limites des différentes unités d'occupation des terres issues de l'interprétation visuelle ainsi que la précision de celle-ci par la confrontation des résultats cartographiques à la réalité du terrain. Cette étape du traitement a permis aussi de vérifier les sites incertains et rectifier les erreurs d'interprétations, afin de valider les travaux cartographiques menés.

2.4 EVALUATION DE LA DYNAMIQUE VÉGÉTALE

Une évaluation des superficies des différentes classes d'occupation des terres a été faite à l'aide du logiciel Arc Gis 10.5. Cette évaluation a servi à analyser l'évolution des différentes classes d'occupation des terres entre 1984 et 2016. Le taux d'évolution moyen annuel (K) des superficies de chaque classe d'occupation des terres a été calculé suivant la formule de [10].

$$K = (100/T2-T1) \times \ln (S2/S1)$$

Avec: S1: superficie de la classe i au temps T1; S2: superficie de la classe i au temps T2.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

3.1.1 DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES TERRES EN 1984, EN 2002 ET EN 2016

La carte des types d'occupation des terres et du couvert végétal a permis d'identifier sept classes nommées: la classe parcs arborés, la classe galerie forestière, la classe savanes arbustives, la classe jachères, la classe savane herbeuse, la classe bâtis et sols nus et la classe plan d'eau. Cette cartographie de l'occupation des terres en 1984 montre que les parcs arborés ne représentaient que 27,17 % (40617ha) de la surface totale. Il est suivi par les galeries forestières (23,59%), les savanes arbustives (16,68%) et les savanes herbeuses (14,59%). Avec 2108 ha, les plans d'eau représentaient 1,41% de la superficie totale cartographiée (figure 2 A).

A partir de 2002, on observe de grand changement dans la physionomie du département de la Nya avec des successions écologiques remarquable. Les parcs arborés diminuent de 27,17% à 8,6%, la galerie forestière diminue de 23,59% à 14,14%. Ces surfaces forestières ont été converti en savane donc sa surface augmente: savane arbustive de 16,68% à 29,41% et la savane herbeuse de 14,59% à 25,58% (figure 2 B).

Avec 97365 ha en 2016, le couvert végétal représente 65,14% de la superficie totale du département de la Nya. Il est essentiellement constitué de forêt galerie (8,78%), jachère (5,47%), parc arboré (5,09%), savane arbustive (10,04%) et savane herbeuse (35,74%). Les bâtis et les sols nus, avec une superficie de 48309 ha occupent 32,32% de l'ensemble du département de la Nya (figure 2 C).

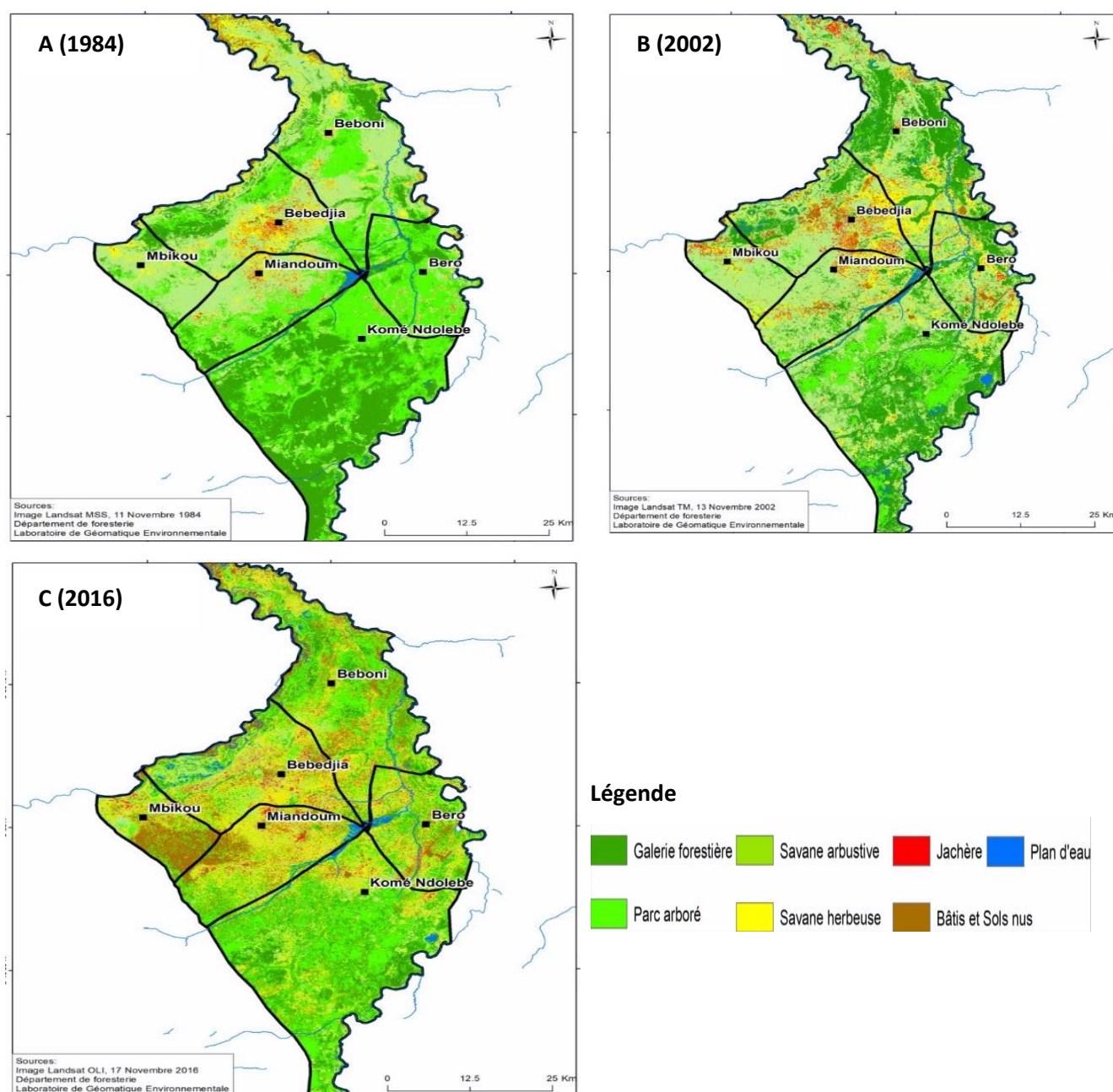


Fig. 2. Cartes d'occupation des terres du département de la Nya en 1984, en 2002 et en 2016

Les cartes de 1984, 2002 et 2016 ont permis de quantifier la dynamique de l'occupation des terres des parcs arborés du département de la Nya. Les résultats statistiques (Tableau 1) obtenus permettent de mettre en évidence l'évolution progressive de certaines classes d'occupation des terres entre 1984, 2002 et 2016. La savane arbustive est le type de végétation qui a connu la plus forte augmentation de sa surface. Elle est passée de 24937 ha en 1984 à 43965 ha en 2002, soit une augmentation annuelle de 3,15%. Les savanes herbeuses ont connu aussi une augmentation de 16434 ha entre 1984 et 2002, passant ainsi 21801 ha à 38235 ha. La jachère quant à elle a gagné 7140 ha entre 1984 et 2002, soit une augmentation de 3,12% par an. Contrairement aux autres classes d'occupation des terres: forêt galerie et parc arboré sont en recul entre 1984 et 2002. La forêt galerie et parc arboré ont perdu respectivement 14133 ha et 27751 ha en 18 ans. Les bâti et sols nus ont reculé de 2288 ha, soit près de 0,9% par an entre 1984 et 2002. Enfin, la classe plan eau a gagné 1570 ha entre 1984 et 2002, soit une progression de 3,09% par an.

Entre 2002 et 2016, les bâti et sols, la savane herbeuse et les plans d'eau ont connu une augmentation respective de 35311 ha, 15180 ha et 117 ha alors que les autres classes d'occupation des terres ont connu une régression. Une évolution négative de l'ordre de 3,4%, 5,04%, 3,174% et 7,67% est notée par an, respectivement pour la forêt galerie, la jachère, les parcs arborés et la savane arbustive.

Tableau 1. Evolution des classes d'occupation du sol entre 1984-2002 et entre 2002-2016

10,	S1 (ha)	%	S2 (ha)	%	C1	T1 (%)	S3 (ha)	%	C2	T2 (%)
Galerie forestière	35267	23,59	21134	14,14	-14133	-2,84	13129	8,78	-8005	-3,40
Jachère	9453	6,324	16593	11,10	7140	3,12	8189	5,47	-8404	-5,04
Plan d'eau	2108	1,41	3678	2,46	1570	3,09	3795	2,53	117	0,22
Parc arboré	40617	27,17	12866	8,608	-27751	-6,38	7618	5,09	-5248	-3,74
Savane arbustive	24937	16,68	43965	29,41	19028	3,15	15014	10,04	-28951	-7,67
Savane herbeuse	21801	14,59	38235	25,58	16434	3,12	53415	35,74	15180	2,38
Bâtis et sols nus	15286	10,23	12998	8,69	-2288	-0,90	48309	32,32	35311	9,37

Légende du tableau 1: S1 (superficie en 1984); S2 (superficie en 2002); S3 (superficie en 2016); T1 (Taux de changement entre 1984-2002); T2 (Taux de changement entre 2002-2016); C1 (perte ou gain de superficie entre 1984-2002); C2 (perte ou gain de superficie entre 2002-2016)

3.1.2 PERCEPTION DES CHANGEMENTS D'OCCUPATION DES TERRES

Sur les 236 personnes enquêtées, 81,46% des répondants affirment observés une dégradation des parcs arborés agroforestiers dans les terroirs tant du point de vue qualitatif que quantitatif contre 18,54% qui affirment ne pas observer une dégradation. Selon les populations locales, les principales causes de la dégradation sont: l'agriculture, le surpâturage, les feux de brousse, la coupe de bois, l'augmentation de la population et le projet pétrolier. Plusieurs personnes ont mentionné plus d'une cause; la figure 3 montre la fréquence de citation de chacun d'eux. La dégradation résulte aussi de la disparition ou de la raréfaction de certaines espèces

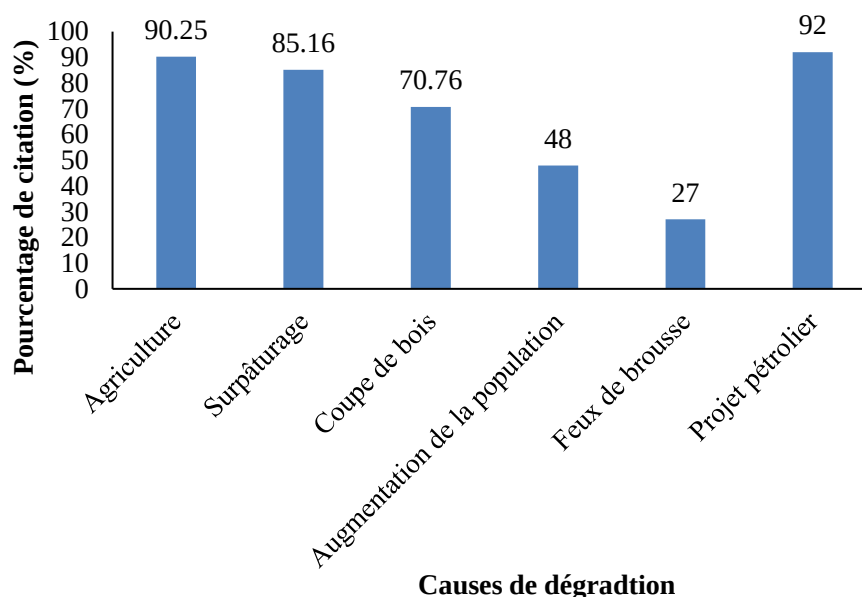


Fig. 3. Fréquence de citation des causes de dégradation de la végétation par les communautés locales

PROJET PETROLIER

La zone du consortium pétrolier Esso Exploration Production Compagny Inc (EEPCI) lancé en l'an 2000 est considéré par 92% des répondants comme la principale cause de la dégradation du couvert végétal. Il a entraîné une destruction des paysages boisés pour l'implantation du projet et les poteaux pour la construction du pipeline.

SURPATURAGE/ELEVAGE

Selon la plupart des enquêtés, l'élevage transhumant du bétail est l'activité la plus dévastatrice dans les parcs arborés. En effet 85,16% des répondants ont confirmé que le surpâturage est l'une des principales causes de la dégradation des agroforêts. Le pâturage affecte la végétation dans les parcs arborés par la migration des pasteurs transhumant qui détruisent presque tout

dans leur passage. De nombreux groupes d'éleveurs Peuls et Arabes se sont sédentarisés dans le département de la Nya depuis ces dernières décennies en raison des conditions favorables aux activités pastorales. Les effectifs du cheptel qui s'y trouvent sont passés de 7635 UBT en 2000 à 90750 UBT en 2009 et à 804168 UBT en 2013.

AGRICULTURE

L'agriculture est l'une des causes majeures de la dégradation selon 90,25% de répondants. Les principales cultures sont: maïs (*Zea mays*), mil (*Pennisetum glaucum*), manioc (*Manihot esculenta*), haricot (*Phaseolus vulgaris*), sésame (*Sesamum indicum*), gombo (*Hibiscus esculentus*), oseille (*Hibiscus sabdariffa*), arachides (*Arachis hypogaea*), le coton (*Gossypium barbadens*).

EXTRACTION DU BOIS

L'extraction du bois de chauffage et du bois de construction est la quatrième cause de la dégradation après le projet pétrolier, agriculture et pâturage. Les populations autour des parcs arborés dépendent en grande partie du bois de chauffage et du charbon de bois en tant que leur source principale d'énergie. 100% des répondants emploient le bois de chauffage et le charbon de bois comme source d'énergie. Les poteaux pour la construction sont également récoltés dans les parcs arborés. La vente du bois de chauffage, du charbon de bois et des poteaux produisent du revenu supplémentaire quand les rendements agricoles sont faibles.

FEUX DE BROUSSE

Un phénomène très dévastateur, les feux de brousses sont cités comme cause de dégradation des parcs arborés par 27% de répondants qui disent qu'ils sont allumés entre les mois décembre et janvier par les pasteurs. En général, ces feux légers de pasteurs favorisent la croissance des pousses de jeunes qui sont bien appréciées par des animaux.

AUGMENTATION DE LA POPULATION

L'augmentation de la population est responsable de la dégradation des parcs arborés selon 48% des répondants. Entre 1993 et 2009, l'effectif de la population est passé de 70224 à 139981 habitants [27]. L'accroissement rapide de la population a entraîné l'extension des terres cultivables pour la satisfaction des besoins alimentaires. Les superficies emblavées pour les cultures qui étaient de 16688 ha en 2000 sont passées à 35718 ha en 2001 et à 78338 ha en 2015. La pression des populations sur la terre entraîne la diminution du peuplement forestier sur les espaces agricoles et dans les forêts ou galeries forestières au profit des formations anthropiques dans l'environnement de la Nya.

3.2 DISCUSSION

3.2.1 DYNAMIQUE DE LA VEGETATION DU DEPARTEMENT DE LA NYA

Les études de changement de couverture de terre sont cruciales du fait qu'elles permettent d'établir l'état de référence et l'état actuel d'une zone d'étude et d'estimer la nature de l'incidence des processus naturels et anthropiques pour une meilleure gestion des ressources naturelles [11]. L'analyse diachronique du paysage du département de la Nya développé à partir des images Landsat TM, MSS et OLI_TIRS, a permis une surveillance efficace des changements de paysage qui se sont produits entre 1984 et 2016. La bonne connaissance du terrain a mené à l'identification des éléments constitutifs de l'environnement et d'une caractérisation précise des modèles d'utilisation de la terre dans la réalisation de la classification dirigée. Parmi les 07 classes d'occupation des terres identifier dans le département de la Nya, il y a quatre classes de végétation. Les résultats cartographiques confirment les descriptions faites sur le terrain. Ce qui signifie que les classes thématiques sont bien définies et permettent de faire une meilleure définition des classes d'occupation des terres et une classification de qualité. Cette approche a été déjà employée dans l'analyse de la dynamique d'utilisation du territoire par beaucoup d'auteurs [21], [8].

L'analyse de l'état de l'occupation des terres a montré que les parcs arborés ont connu une régression entre 1984 et 2016. Cette régression pourrait être liée aux activités humaines (agriculture, surpâturage, feux de brousse et bois-énergie). Ce même constat a été signalé dans d'autres pays d'Afrique, notamment au Mali [12], en Côte d'Ivoire [13], au Niger [14] et au Tchad [8]. En effet, les défrichements des terres agricoles ont déjà été relevés comme un facteur important dans la dynamique régressive des ligneux par plusieurs auteurs [15], [16]. En plus, le passage régulier des feux ne favorise pas la reconstitution de la végétation naturelle [12]. Au-delà des activités humaines, il y a le facteur climatique qui pourrait expliquer cette dynamique

régressive des parcs arborés. En effet, la contrainte climatique principale est la variabilité dans la distribution et l'imprévisibilité des précipitations, qui s'augmentent du Sud au Nord.

Entre 2002 et 2016, on note une forte régression des classes de végétation galeries forestière, parcs arborés, jachère et savane arbustive. La densité est donc passée de 23,77 à 47 habitants/km². La population de l'an 2000 à 2016 a presque doublé. Cette augmentation de la population entraîne l'extension des agglomérations, la réduction des temps de jachères et l'augmentation des besoins alimentaires associé à l'instabilité climatique, à la pauvreté et à une monétarisation de l'économie. Les signes les plus visibles de la dégradation des formations forestières dans le département de la Nya sont l'expansion des savanes herbeuses, des bâtis et sols pendant cette même période. Ceci pourrait s'expliquer par la forte pression démographique sur les formations arborées. De nombreux ménages du département de la Nya ont augmenté leurs champs agricoles dans les environnements naturels afin d'augmenter leurs productions agricoles et parer aux besoins quotidiens de leur ménage. Cette tendance régressive de la formation forestière due aux activités agricoles dans les forêts africaines a été aussi relevée par de nombreux autres auteurs [17], [18].

3.2.2 PERCEPTION LOCALE DE LA DÉGRADATION DES PARCS ARBORÉS

La majorité des populations du département de la Nya pense que les parcs arborés sont dégradés et que les principales causes sont le projet pétrolier (92%), l'agriculture (90%), le surpâturage (85%) et la coupe de bois (70%). La dégradation est clairement observée à partir des années 2000 du fait du projet pétrolier qui a occasionné la destruction d'une grande partie du territoire lors de sa mise en place. La pauvreté, la croissance démographique et l'extension des terres cultivables sont des raisons de dégradation évoquées par les populations. Des causes similaires de dégradation ont été observées au Tchad par [19], [8], au Bénin par [20] et au Cameroun par [21]. Les facteurs anthropiques ne sont pas les seuls qui influencent ces écosystèmes. Les facteurs climatiques et environnementaux sont aussi impliqués.

La présence dans la zone du consortium pétrolier Esso Exploration Production Compagny Inc (EEPCI) et la forte immigration des tchadiens des provinces voisines et des autres africains (Camerounais, Nigériens, Centrafricains.....) en quête d'emploi qui s'en est suivi a fortement contribué à la dégradation du couvert forestier [22], [4].

Par ailleurs, l'augmentation de la charge animale à la faveur de l'installation de nombreux groupes d'éleveurs [23] engendre aussi une pression sur les domaines forestiers et accentue son état de dégradation avec comme corollaire la mise à nue, l'endurcissement du sol et la modification de l'ensemble du paysage écologique [24].

La présence des espèces à valeur économique et à fort taux de produit forestiers non ligneux (*Faidherbia albida*, *Mangifera indica*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Anacardium occidentale*, *Balanites aegyptiaca*, *Azadirachta indica* et *Ximenia americana*) explique le taux de retrait intense de ressources et une présence humaine quotidienne au sein des parcs agroforestiers concernés, conduisant à la régression de la couverture de végétation. Ces différents résultats sont observables partout dans les tropiques où le développement des activités humaines ont un impact immédiat sur l'utilisation de la terre et un impact direct sur la couverture végétale [25], [26].

4 CONCLUSION

Dans le département de la Nya, la couverture des parcs arborés, des galeries forestières et des savanes arbustives se réduisent en dépit de leur contribution à la vie des populations locales. Les principales activités responsables de cette modification sont le projet pétrolier, le surpâturage, les défrichements extensifs pour l'augmentation des productions agricoles afin de parer aux besoins quotidiens des ménages, la sédentarisation des éleveurs, la coupe abusive des ligneux pour les usages énergétiques et l'augmentation de nouveaux bâtis. Le manque de mesure de conservation de ces parcs arborés peut être attribué à la faible politique d'utilisation et de planification de la terre. Il est donc capital de mettre en place une politique locale de conservation et la gestion durable de cet écosystème particulier qui remplit diverses fonctions dans la vie de la population rurales et urbaines; car sa dégradation continue est préjudiciable aussi bien aux populations actuelles, aux générations futures ainsi qu'à l'équilibre environnemental.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

HM a collecté les données et a rédigé le manuscrit, HM et JBWT ont analysé les données. MLAT et MTN ont supervisé cette étude et corrigé le manuscrit. ADT a téléchargé et traité les images. Tous les auteurs ont relu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements aux populations et aux autorités du département de la Nya pour leur coopération pendant les travaux sur le terrain.

REFERENCES

- [1] S.L. Ariori et P. Ozer, "Evolution des ressources forestières en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne au cours des 50 dernières années", *Geo-Eco-Trop*, vol 29, pp. 61-68, 2005.
- [2] FAO, Tchad schéma directeur agricole (2006-2015) et plan d'actions. Version finale, 100 p, 2005.
- [3] M. Oumrou, T. Sinadouwirou, M. Kiki, Glélé R, G.A. Mensah and B. Sinsin, "Disturbance and population structure of *Vitex doniana* Sw; in northern Benin, West Africa", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 4 no 3, pp. 624-632, 2010.
- [4] M. Djerlar, *Vivre avec le pétrole. Etude sur les conditions de vie des villages en zone pétrolière de DOBA au Tchad*. Groupe ressources pour la paix Accompagnement - Conseil - Action. Rapport, 90 p, 2010.
- [5] Madjiadingar, *Evaluation de l'impact de la culture du coton sur la végétation au sud du Tchad: cas du canton de Béti*. Mémoire de DEA, Université de N'Gaoundéré, Cameroun, 75 p, 2005.
- [6] A.C. Djimadum, *Exploitation pétrolière et Dynamique agro-pastorale du département de la Nya dans la région savanicole du Logone oriental au Tchad*. Thèse de Doctorat, Géographie humaine, 313 p, 2015.
- [7] R. Madjigoto, B. Ouya, J. Libar, D. Djim-Assal, A. Kemsol, A. Denenodji, *Dégradation des massifs forestiers du Logone oriental: enjeux et perspectives: Quelles stratégies pour une conservation durable*, *Territoires, Sociétés et Environnement des Presses Universitaires de Zinder*, vol 5, pp. 1859-5103, 2015.
- [8] L. F Temgoua, B., Allaissem, M. Tchamba, G. Saradoum, M. M., Osée, & M C.S. Momo, *Spatio-Temporal Dynamic of Land Use and Land Cover in the Classified Forest of Djoli-Kera, South-Eastern, Chad*. *Open Journal of Forestry*, 8, 283-296, (2018).
- [9] M. Hussain, D. Chen, A. Cheng, H. Wei and D. Stanley, *Change detection from remotely sensed images: From pixel based to object-based approaches*, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol 80, pp. 91-106, 2013.
- [10] J. P. Puyravaud, "Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation", *Forest Ecology and Management*, vol. 177, no. 4, pp. 206-219, 2003.
- [11] H. Abdourhamane, B. Morou, A. Mahamane, S. Mahamane and A Issaka, *Caractérisation de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans le complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado*, *Journal des Sciences de l'Environnement*, Vol 1, no 1, pp. 16-26, 2012.
- [12] H. Diallo, I. Bamba, Y. S. S. Barima, M. Visser, A. Ballo, A. Mama, I. Vranken, M. Maïga et J. Bogaert, "Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du baoulé)" *Sécheresse*, vol. 22, no. 2, pp. 97-107, 2011.
- [13] A. M. Kouassi, K. F. Kouamé, K. E. Ahoussi, S. Oularé et J. Biemi, "Impacts conjugués des changements climatiques et des pressions anthropiques sur les modifications de la couverture végétale dans le bassin versant du N'zi-Bandama (Côte d'Ivoire)", *Revue Ivoirienne Science Technologie*, vol.20, pp. 124-146, 2012.
- [14] A. Mama, B et Sinsin, C. De Cannière et J. Bogaert, "Anthropisation et dynamisation des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin", *Tropicultura*, vol. 31, no.1, pp. 78-88, 2013.
- [15] E. Faye, M. Diatta, A. N. S. Samba et J. Lejoly, "Usages et dynamique de la flore ligneuse dans le terroir villageois de Latmingué (Sénégal)", *Journal des sciences et Technologies*, vol.7, pp. 43-58, 2008.
- [16] P. Ozer, Y. C. Hountondji, A. J. Niang, S. Karimoune, O. L. Manzo et M. Salmon, "Désertification au Sahel: historique et perspectives", *BSGLG*, vol. 54, pp. 69-84, 2010.
- [17] I. Bamba, A. Mama, D.F.R. Neuba, K.J. Koffi, D. Traore, M. Visseri, B. Sinsin, J. Le joly et J.J. Bogaert, *Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (RD Congo)*, *Sciences et Nature*, vol 5, no 1, Pp. 49-59, 2008.
- [18] B. Tankoano, M. Hien, D. H. N'Da, Z. Sanon, J. T. Yaméogo et I. Somda, "Dynamique spatio-temporelle des savanes boisées de la forêt classée de Tiogo au Burkina Faso", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 9, no.4, pp. 1984-2000, 2015.

- [19] N. Benoudjita, et I. A. Djinet, Comment les aires protégées structurent les écosystèmes des périphéries. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol11, pp. 2225-2242, 2017.
- [20] J. Avakoudjo, A. Mama, I. Toko, V. Kindomihou et B. Sinsin, Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 8, pp. 2608-2625, 2014.
- [21] M. C. S. Momo, A. L. Njouonkouo, L. F. Temgoua, R. D. Zangmene, J. B. T. Woukoue, and M. Ntoupka, Land Use/Land Cover Change and Anthropogenic Causes around Koupa-Matapit Gallery Forest, West-Cameroon. *Journal of Geography and Geology*, 10, 56-65, 2018.
- [22] V. Moutedé-Madji, Les environnements et les conséquences socio-économiques du projet pétrolier de Doba: cas de l'immigration dans la ville de Bébédjia et les villages Bam et Atan, Mémoire de Maîtrise, Université de N'Djamena, 92 p, 2002.
- [23] G. Magrin, M.A. Djamil et F. Reounodji, Note prospective sur les enjeux du développement rural au Tchad. Agence Française de Développement (AFD), 46 p, 2001.
- [24] S. Soungalo, K. Abel, M.I. N. Blandine, T. Salifou, B. Yvonne, T. Adjima, Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences*, vol 87, pp. 8047– 8064, 2015.
- [25] P. Ozer, Bois de feu et déboisement au sahel: mise au point, *Sécheresse*, vol 3, no 15, pp. 243-25, 2004.
- [26] L.D. Gildas, S.T.V. Henri, E. K. Nickson, Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinende au Nord-Benin. *Cahiers du Centre Béninois de Recherche Scientifique et Technique*, vol 9, pp. 101-121, 2016.
- [27] INSEED (Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques),. Deuxième recensement de la population et de l'habitat (RGPH2). Résultats globaux. Ministère de l'économie et du Plan. N'Djamena, 87 p, 2009.

