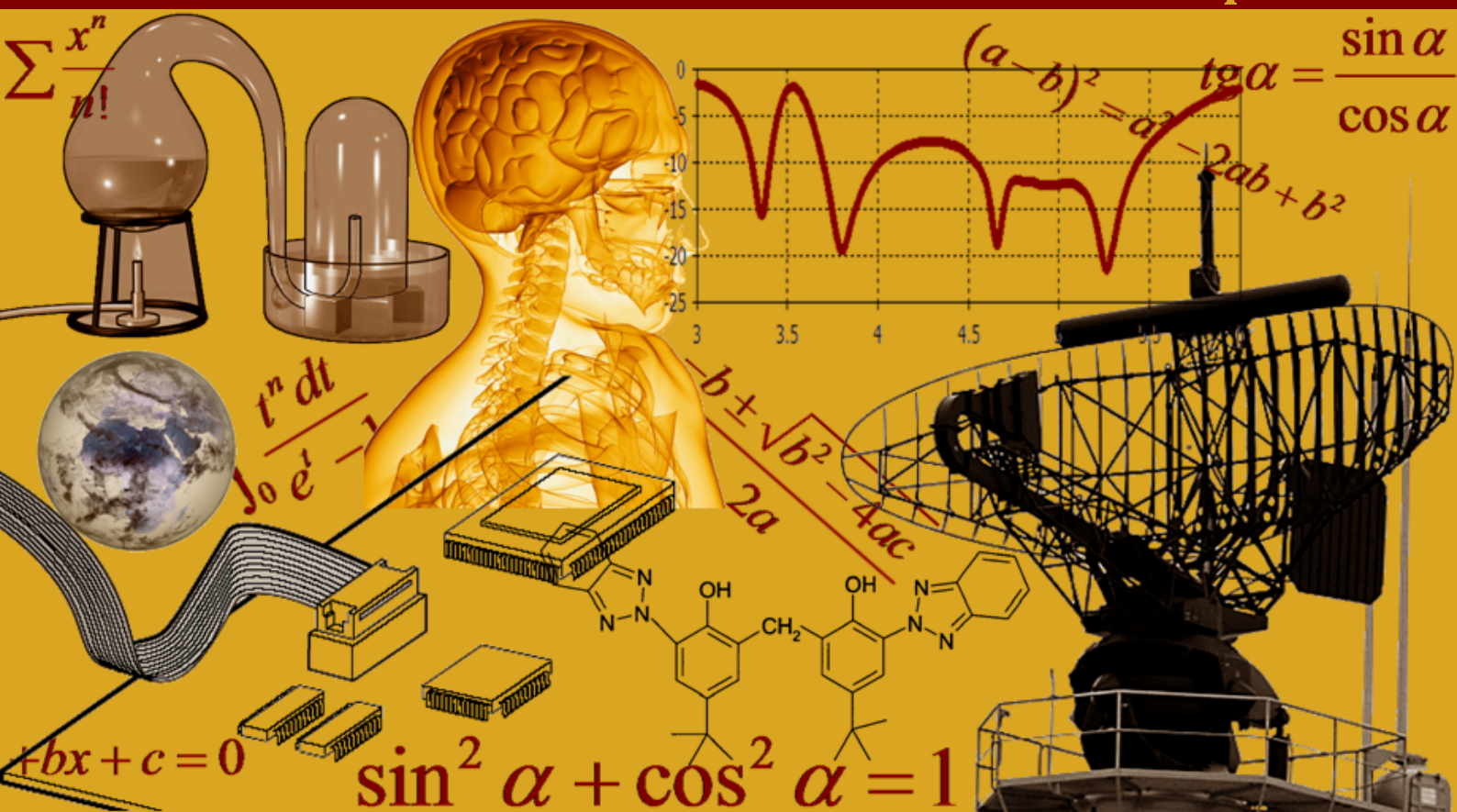


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 72 N. 1 April 2024



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

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

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

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

Editorial Advisory Board

K. Messaoudi, Hochschule für Bankwirtschaft, Germany
Sundar Balasubramanian, Medical University of South Carolina, USA
Ujwal Patil, University of New Orleans, USA
Avdhoot Walunj, National Institute of Technology Karnataka, India
Rehan Jamil, Yunnan Normal University, China
Sankaranarayanan Seetharaman, National University of Singapore, Singapore
Fairouz Benahmed, University of Connecticut Health Center, USA
Achmad Choerudin, ST.,SE.,MM., Academy Technology of Adhi Unggul Bhirawa, Indonesia
Mohammad Ali Shariati, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran
Md Ramim Tanver Rahman, Jiangnan University, China
Rasha Khalil Al-Saad, Veterinary Medicine College, Iraq
Neil L. Egloso, Palompon Institute of Technology, Philippines
Sanjay Sharma, Roorkee Engineering & Management Technology Institute, India
Ahmed Nabile Emam, National Research Center (NRC), Egypt
Md. Arif Hossain Jewel, Rural Development Academy, Bangladesh
N. Thangadurai, Jayalakshmi Institute of Technology, India
Urmila Shrawankar, G H Rasoni College of Engineering, India
Goutam Banerjee, Visva-Bharati University, India
Santosh Kumar Mishra, S. N. D. T. Women's University, India
Anupam Kumar, Ashoka Institute of Technology & Management, India

Table of Contents

Effets de l'incorporation de la farine des larves du charançon de palmier (<i>Rhynchophorus phoenicis</i>) dans l'aliment sur la croissance des alevins du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) «souche brésil » en Côte d'Ivoire	1-9
<i>Kolotcholoman SILUE, N'Golo OUATTARA, and Kouakou YAO</i>	
Composition chimique de l'huile essentielle d' <i>Ageratum conyzoides</i> L	10-12
<i>A. K. Djibo, Idrissa MOUSSA, and K. Ikhir</i>	
L'impact de l'imaginaire du paysage littoral dans le façonnement des lieux de villégiature balnéaire: Le cas du littoral du Sahel de Bizerte	13-22
<i>Ben Abdesslem Ghada and Fehri Noômène</i>	
The mammalian fauna of the salt licks in the savanna zone of Mont Sangbé National Park, western Côte d'Ivoire	23-31
<i>Boris Gagbe Gagbe, Célestin Yao Kouakou, Prince Dégné Vale, Alex Ange Beda, Assui Wa Kassi N'Guessan Dawy, Moïse Zannou, Adama Tondossama, and Jean-claude Koffi Béné</i>	
Effets du Bio-fertilisant liquide « Rapid gro » et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur la production du piment (<i>Capsicum annum</i>) en conditions de Kinshasa/Mont-Amba	32-39
<i>Nickson YOAMBALE NKOLOMA, Christian SAMBA LOKOMBE, Olivier LOKANGO OKINTAMBOLO, Lambert TSHEFU LOKANGU, and Paul KATENDE KANYINDA</i>	
La campagne de distribution de MILD en milieu scolaire dans 4 provinces de la République Démocratique du Congo: Evaluation et prospective d'avenir	40-48
<i>Nono Koka Ngombe</i>	
Geological features of quartz veins in the southeastern part of the Comoé Birimian basin (Southeast Cote d'Ivoire, North Alépé)	49-64
<i>Martial Pohn Koffi Adingra, Koffi Yao Augustin, Fossou Jean-Luc Hervé KOUADIO, Likpia Ivanne Ange Theodora SIKELY, and Yacouba Coulibaly</i>	
Attitudes of physics and chemistry teachers in the middle secondary school towards employing the inquiry approach in teaching educational-learning activities: Ouarzazate District as a model, The Kingdom of Morocco	65-81
<i>Zakaria Faik Ouahab, Idriss Abou Otmene, and Chakib Hoummad</i>	
Formulation d'un béton à base de fibres de coco pour la correction des pathologies de bâtiment	82-86
<i>Mamery Adama Serifou, Ouaga Jean Bruce Nataniel Ghoga, Bleh Raoul Ulrich Kouassi, and Edjikémé Emeruwa</i>	
Problématique de la gestion des déchets ménagers solides à Kinshasa et voies de leur valorisation ou recyclage: Cas du quartier Mbuku dans la Commune de Kisenso	87-102
<i>Lokango Okintambolo Olivier, Christian SAMBA LOKOMBE, Binti Fataki Keziah, Paul KATENDE KANYINDA, Kusansuka Kabanda Jérémie, Kalonji Wataie Kevin, and Lambert TSHEFU LOKANGU</i>	
Étude de valorisation des sols du chantier d'exploitation de diamants de Bakwanga colline, zone 4 de la Miba, selon leur utilisation dans les ouvrages de génie	103-112
<i>Joseph Kazadi Mutombo and Jean Shimatu Mbuyi</i>	

Effets de l'incorporation de la farine des larves du charançon de palmier (*Rhynchophorus phoenicis*) dans l'aliment sur la croissance des alevins du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) «souche brésil » en Côte d'Ivoire

[Effects of incorporating palm weevil (*Rhynchophorus phoenicis*) larvae meal into feed on growth of tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) « brazil strain » fry in Côte d'Ivoire]

Kolotcholoman SILUE¹, N'Golo OUATTARA¹, and Kouakou YAO²

¹UFR-Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animales, Pôle de Recherche Pêche et Aquaculture, Université Nangui ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Abidjan, Côte d'Ivoire

²UFR-Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animales, Pôle de Recherche Production Animale, Université Nangui ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With the aim of using less expensive animal protein sources in fish feed, a growth study of tilapia *Oreochromis niloticus* was carried out following the incorporation of insect larvae meal into its feed. Three diets with incorporation rates of 15% (R15), 20% (R20) and 25% (R25) of *Rhynchophorus phoenicis* weevil larvae meal were prepared using a feed based on agricultural by-products as a control diet (AT). The basic composition of the diets was: soybean meal, cottonseed meal, rice bran, wheat bran, vegetable oil and premix. 480 fish with an average weight of 14 ± 0.1 mg were distributed in eight aquaria at a density of 60 larvae per aquarium in duplicate. They were fed to satiation for the first month, then at 10% of their total live weight for the second month. After 60 days of rearing, the best feed conversion (0.22 ± 0.03) and final weight (5.06 ± 0.85 g) were obtained with the R20 diet, followed by the R15 diet (0.32 ± 0.11 ; 3.86 ± 1.5 g) and R25 (0.36 ± 0.07 ; 3.15 ± 0.69 g). The lowest daily growth (0.06 ± 0.01 g/day) and highest conversion index (0.41 ± 0.08) were recorded with the control. Survival rates were 91.86% or higher. At the end of this study, weevil larvae meal could be used as a protein source for tilapia feed.

KEYWORDS: *Oreochromis niloticus*, feeding, *Rhynchophorus phoenicis*, growth, survival.

RESUME: Dans le but de recourir à des sources de protéines animales moins onéreuses dans l'alimentation des poissons, une étude de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* a été menée suite à l'incorporation de la farine des larves d'insectes dans son aliment. Trois régimes de taux d'incorporation de 15% (R₁₅), 20% (R₂₀) et 25% (R₂₅) de farine des larves du charançon *Rhynchophorus phoenicis* ont été préparés à partir d'un aliment à base de sous-produits agricoles servant de régime témoin (AT). La composition de base des régimes était: tourteau de soja, tourteau de coton, sons de riz, sons de blé, huile végétale et prémix. 480 poissons d'un poids moyen de $14 \pm 0,1$ mg ont été répartis dans huit aquariums à la densité de 60 larves par aquarium en duplicata. Ils ont été nourris à satiété durant le premier mois puis à 10% de leur poids total vif au deuxième mois. Après 60 jours d'élevage, la meilleure conversion alimentaire ($0,22 \pm 0,03$) et de poids final ($5,06 \pm 0,85$ g) ont été obtenus avec le régime R₂₀, suivi du régime R₁₅ ($0,32 \pm 0,11$; $3,86 \pm 1,5$ g) et R₂₅ ($0,36 \pm 0,07$; $3,15 \pm 0,69$ g). La plus faible croissance journalière ($0,06 \pm 0,01$ g/jour) et d'indice de conversion le plus élevé ($0,41 \pm 0,08$) ont été enregistrés avec le témoin. Les taux de survie étaient supérieurs ou égaux à 91,86%. Au terme de cette étude la farine des larves de charançon pourrait servir de source de protéine pour l'alimentation du tilapia.

MOTS-CLEFS: *Oreochromis niloticus*, alimentation, *Rhynchophorus phoenicis*, Croissance, survie.

1 INTRODUCTION

Les principales matières premières entrant dans l'alimentation des animaux d'élevages sont actuellement la farine de poisson et de Soja. Environ 27% (20 millions de tonnes) des produits de pêche maritime est transformé en farine ou en huile de poisson [1]. De nombreuses espèces de poissons menacées sont capturées et transformées en farine pour satisfaire aux besoins en protéines et en lipides du secteur de production animale [2]. Ceci pose évidemment question, car ce sont souvent des petits pélagiques, principalement l'anchois du Pérou (*Engraulis ringens*), qui sont utilisés pour réaliser ces farines et donc détournés de la consommation humaine directe, alors qu'ils représentent une source de protéines et d'acides gras précieux pour la santé humaine [3]. Le soja qui est la principale source de protéines végétales a vu sa production mondiale passée de 30 millions de tonnes en 1960 à plus de 350 millions de tonnes au cours de la campagne de production 2016-2017 [4]. Ce qui engendre des impacts négatifs sur les différentes composantes de l'écosystème terrestre via l'emploi massifs d'intrants agricoles. Cependant, différentes voies ont permis de réduire considérablement au cours des dernières décennies la proportion de la production mondiale de pêche transformée en farine et huile par la mise au point de mélanges de céréales et d'huiles végétales conduisant à un équilibre dans la composition en acides aminés et en acides gras de l'aliment pour poissons. Certains auteurs ont procédé par des incorporations de différents co-produits alimentaires et de farine d'insectes, d'algues ou de levures [3].

Dans la recherche de nouvelles sources d'aliment écologiquement durable, de nombreuses études ont montré le rôle alternatif que les insectes pourraient apporter dans l'alimentation animale [4]. En effet, la composition nutritionnelle des insectes est comparable à celle des sources conventionnelles de protéines végétales et animales [5]. En général, la teneur en protéines brutes des insectes varie de 13% à 77% sur base de leur poids sec et en fonction de l'espèce, de son stade de développement mais également du substrat sur lequel ils ont été élevés [6], [7]. Le profil lipidique des insectes offre également de bonnes perspectives d'incorporation comme complément alimentaire dans la nutrition animale [8]. En Afrique de nombreuses études ont montré la possibilité d'incorporer les insectes dans l'alimentation des animaux d'élevage tels que la volaille, les poissons et le porc [4]. Au Ghana et au Mali par exemple, les larves de *Musca domestica* L. 1758 sont utilisées comme sources de protéines animales pour la volaille, le porc et le poisson [9]. Optimiser donc l'alimentation des poissons est le meilleur levier pour réduire les coûts économiques et écologiques de l'aquaculture [10]. Parmi ces ressources alternatives, figurent en bonne place les larves du charançon de palmier.

C'est dans cette optique que s'oriente l'objectif général de cette étude qui vise à tester dans l'alimentation des larves de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » l'incorporation de la farine des larves du charançon de palmier combinée aux sous-produits agricoles locaux. De façon plus spécifique il s'agit de déterminer les influences des aliments expérimentaux contenant différentes proportions de farine de larves blanches du palmier sur les performances de croissance du tilapia en phase larvaire.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Les essais ont été réalisés à la ferme piscicole de l'Université NANGUI ABROGOUA en Côte d'Ivoire. Cette ferme est située à l'intérieur de l'Université (5°23'30" de latitude Nord et 4°0'56" de longitude Ouest) dans la capitale économique du pays (Abidjan). L'Université NANGUI ABROGOUA est située en bordure de la voie express reliant la commune d'Abobo à celle d'Adjamé et l'usine de filature sépare l'Université du Parc National du Banco.

2.2 INFRASTRUCTURES D'ÉLEVAGE ET POISSONS EXPÉRIMENTAUX

Le dispositif expérimental se compose d'un ensemble de 8 aquariums (**figure 1**) à raison deux aquariums par traitement alimentaire. Ces aquariums ont chacun un volume d'eau utile de 14,5 litres (Longueur x Largeur x Hauteur: 32,4 cm x 21,4 cm x 21 cm).

Les poissons utilisés pour les essais étaient des larves de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » d'un poids moyen initial de $14 \pm 0,1$ mg. Ces larves ont été produites à partir de géniteurs d'un poids moyen corporel de 180g pour les femelles, et 250g pour les mâles selon le sexe ratio de 3: 1, soit trois femelles pour un mâle.

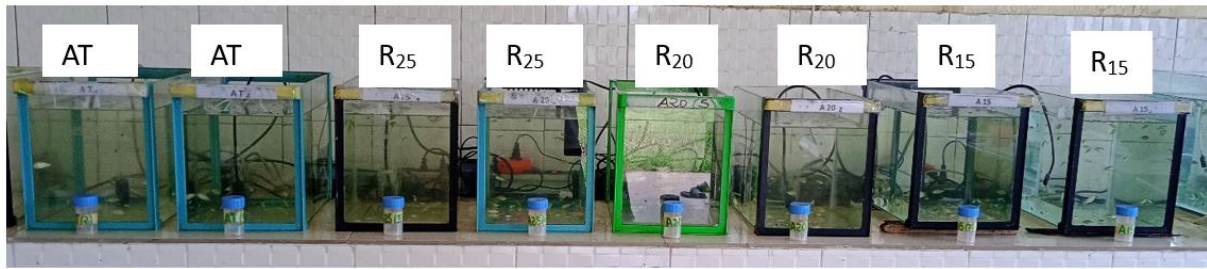


Fig. 1. Infrastructures d'élevage

2.3 ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX

Au cours des essais, quatre (4) régimes alimentaires ont été formulés à base de matière première végétale avec adjonction de la farine des larves blanche du palmier. Les matières premières utilisées pour la formulation des régimes alimentaires étaient constituées de farine basse de riz, de son de blé, de tourteaux divers (soja, et coton), de l'huile végétale, de sel de cuisine et de la farine de coquille et d'un complexe minéraux-vitamines (CMV). Ces régimes formulés nommés respectivement AT, R₁₅, R₂₀ et R₂₅, se distinguent dans leur composition respective de 0, 15, 20 et 25% de farine des larves. Les ingrédients protéiques du régime AT servant de contrôle contiennent 100% de protéine végétale et 0% de la farine des larves blanche du palmier. Le régime R₁₅ incorpore 15% de farine des larves blanche du palmier. Le régime R₂₀ contient 20% de la farine des larves blanche du palmier et R₂₅ incorpore 25% de la farine des larves blanche du palmier. Les quatre aliments expérimentaux étaient tous de type pulvérulent.

Tableau 1. Composition et proportions d'incorporation des ingrédients (g/100g) des régimes (R₁₅, R₂₀, R₂₅ et AT)

Traitement alimentaire				
Ingrédients (%)	Aliment R ₁₅	Aliment R ₂₀	Aliment R ₂₅	AT
Tourteau de soja	33	26	22	32
Son de riz (Farine basse)	14	15	16	20
Son de blé	14	17	17	20
Tourteau de coton	19	17	15	23
Farine de larve blanche de palmier	15	20	25	00
Sel	1,5	1,5	1,5	1,5
huile végétale	1,5	1,5	1,5	1
CMV*	0,5	0,5	0,5	0,5
Coquillage	1,5	1,5	1,5	1,5
Total	100	100	100	100

2.4 PRÉPARATION DE LA FARINE DES LARVES BLANCHE DU PALMIER

Des *Rhynchophorus phoenicis* ont été utilisés pour la production des larves du charançon de palmier sur un substrat. Après l'éclosion, les larves des charançons ont été nourries jusqu'au stade 3 de leur développement larvaire. Elles ont été par la suite récoltées, placées dans des bocaux pour être nettoyées puis sacrifiées dans l'eau bouillante, essorées, triées, réparties sur des plateaux puis transférées au laboratoire pour être séchées à l'étuve à 70 °C. Après le séchage, la farine de larve a été obtenue par moulure des larves séchées et ensuite broyées en farine pour être utilisée dans la formulation des aliments tests.

Pour la fabrication des aliments, les ingrédients bruts ont été moulus (1 mm de diamètre) à l'aide d'un broyeur à marteaux de fabrication locale et passés à travers un tamis fait de toile moustiquaire de maille 500 microns [11]. Pour chaque aliment, les ingrédients ont été tamisés, pesés et mélangés manuellement selon la formule alimentaire jusqu'à ce qu'on obtienne une poudre homogène. Il a été ajouté à cet ensemble, de l'huile végétale, du sel et le complexe minéral vitaminé puis le tout a été mélangé manuellement de sorte à obtenir un produit homogène. Les aliments fabriqués ont été conditionnés dans des pots.

2.5 CONDUITE ET SUIVI D'ÉLEVAGE

Les essais ont consisté à donner pendant 60 jours les aliments expérimentaux aux larves de tilapia *Oreochromis niloticus* de poids moyenne $14 \pm 0,1\text{mg}$. La sélection des larves a été faite au travers d'un filet de maille 3mm. Seules les larves ayant traversé le filet ont été retenues pour la suite de l'expérience. Pour la mise en charge des aquariums, les larves ont été comptée par de 20, puis pesés. Plusieurs pesées ont été effectuées pour atteindre la densité de mise en charge. La densité de mise en charge dans les aquariums expérimentaux a été de 60 larves par aquarium soit un total de 480 larves pour les huit (8) aquariums. Les poissons ont été répartis aléatoirement dans huit aquariums formant ainsi quatre traitements en duplicata. Les lots de larves de poids moyen initial de $14 \pm 0,1\text{mg}$ ont été nourris quotidiennement à refus (*ad libitum*) à raison d'une ration journalière de 0,025g/larve, correspondant à 1,5g du premier jour au trentième jours (j 01 au j30) puis à 10% de leur poids total vif jusqu'à la fin de l'expérience. Les rations alimentaires quotidiennes ont été servies toutes les heures de 09h à 16h. Des contrôles de croissance pondérale ont été effectués tous les 16 jours à 6h, soit après 15 jours de nourrissage et cette occasion 30 larves sont prélevé puis pesé en lot de 10 individus à l'aide d'une balance électronique de marque CONTANT de portée 2000g et de précision 0,1g. A l'issue du 60ème jour d'élevage, 30 alevins ont été prélevés dans chaque aquarium, ensuite ils ont fait l'objet de mesure du poids individuel [11] pour les traitements statistiques de comparaison. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques ont été calculés. En outre, à la fin de l'expérience tous les aquariums ont été vidés de leur contenu pour évaluer le taux de survie.

2.6 PARAMETRES DE LA QUALITE DE L'EAU

Le suivi de la qualité de l'eau des aquariums a consisté à faire des relevés de pH, d'oxygène dissous et de la température *in situ* toutes les semaines entre 6h et 7h puis entre 13h et 14h. Les instruments de mesure calibrés ont été mis sous tension puis les différentes sondes ont été plongées dans l'eau et la fonction désirée a été sélectionnée afin d'obtenir sur le cadran la valeur du paramètre.

2.7 DETERMINATION DES PARAMETRES DE PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Pendant les 60 jours d'élevage, les paramètres zootechniques de croissance (taux de croissance spécifique, gain de poids, taux de survie,) ainsi que le niveau d'utilisation des aliments (indice de consommation) ont été calculés selon les formules de calcul [12].

Tableau 2. Méthodes de calcul des paramètres de comparaison

Paramètres	Formules
Gain de poids (GM, g)	Poids final (g) - poids initial (g)
Gain de poids quotidien (GMQ, g/j)	Poids final (g) - poids initial (g) / durée de nourrissage
Taux de croissance spécifique (TCS, %/jour)	$100 \times [\ln(\text{poids final}) - \ln(\text{poids initial})] / \text{durée de nourrissage}$
Coefficient d'efficacité protéique (CEP)	Gain de poids frais / protéines ingérées
Quotient nutritif (Qn)	Quantité d'aliment sec distribuée / gain de poids frais
Taux de survie (%)	$100 \times \text{nombre final de poisson} / \text{nombre initial de poissons}$

2.8 ANALYSES STATISTIQUES

Le traitement statistique des données des différents paramètres zootechniques étudiés à savoir le gain poids (GP), le gain de poids journalier (GPj), le coefficient d'efficacité protéique (CEP), le quotient nutritif (Qn), le taux de survie (Ts) et ceux de la qualité de l'eau ont été soumis à une analyse de variance à un critère de classification hiérarchisée (ANOVA1) avec le logiciel R version 4.1.3. Objectif de l'analyse des variances est de savoir s'il existe une différence statistiquement significative ($P < 0,05$) ou non entre les paramètres issus des différents traitements alimentaires utilisés. Pour ces comparaisons, le seuil de signification de 5 % a été retenu.

3 RÉSULTATS

3.1 QUALITÉ DE L'EAU

Les données relatives aux paramètres physico-chimiques de l'eau des aquariums sont consignées dans le **Tableau III**. Les températures de l'eau enregistrées pendant les expériences d'élevage dans les différents traitements, ont varié de 26,50 °C à 27,40 °C. Les valeurs moyennes sont comprises entre 26,63±0,03°C et 26,85±0,01°C. L'oxygène dissous enregistré a été compris entre 4 et 5 mg/L avec des moyennes comprises entre 4,15±0,13 mg/L (R₂₅) et 4,90±0,04 mg/L (R₂₀). Quant aux pH, les valeurs moyennes enregistrées oscillent entre 7,50±0,21 (R₁₅) et 7,66±0,02 (R₂₀). Pour les quatre traitements effectués, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'est observée au niveau de la température, du pH et de l'oxygène dissous de l'eau des aquariums.

Tableau 3. Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des aquariums

Paramètres	Traitements alimentaires			
	R ₁₅	R ₂₀	R ₂₅	AT
Oxygène dissous (mg/L)	4,89±0,17 ^a	4,90±0,04 ^a	4,11±0,13 ^a	4,56±0,22 ^a
Température (°C)	26,85±0,01 ^a	26,71±0,05 ^a	26,71±0,01 ^a	26,63±0,03 ^a
Ph	7,50±0,21 ^a	7,66±0,02 ^a	7,70±0,01 ^a	7,65±0,04 ^a

Les résultats ont été exprimés en Moyenne ± ECT (écart type) de deux répétitions pour chaque aliment test. Sur chaque ligne, les valeurs portant la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

3.2 CROISSANCE PONDÉRALE

La croissance pondérale moyenne des poissons sur l'ensemble des essais d'alimentation (**Figure 2**) des alevins de *O. niloticus* «souche Brésil» soumis aux régimes alimentaires R₁₅; R₂₀; R₂₅ et AT, présente à 15 jours de nourrissage des lots d'alevins une croissance presque similaire. Au-delà de cette période, quatre groupes se distinguent. Les poissons nourris avec l'aliment (R₂₀) présentent une croissance pondérale supérieure autres poissons. Dans l'ordre croissant des croissances pondérées nous avons les poissons ayant reçu l'aliment AT, ensuite les poissons ayant reçu l'aliment R₂₅, après ceux ayant reçu l'aliment R₁₅ et enfin les poissons ayant reçu l'aliment R₂₀.

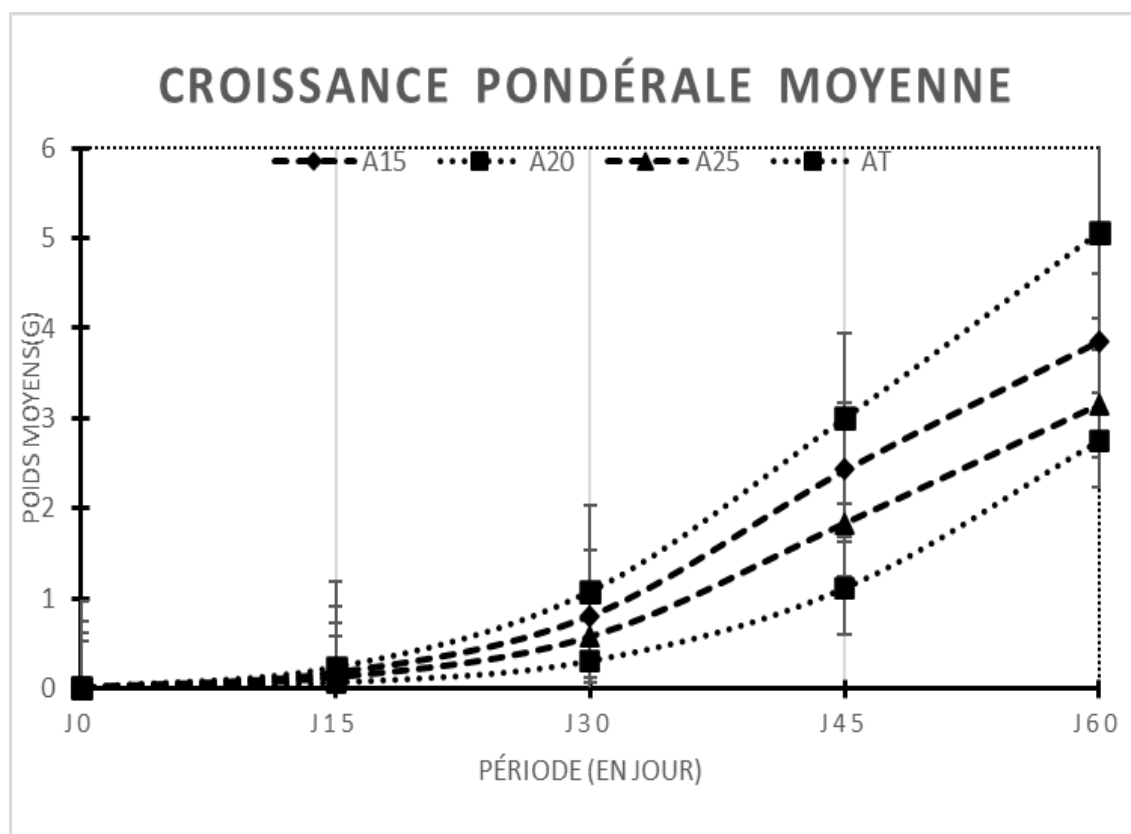


Fig. 2. Croissance pondérale moyenne des poissons en fonction de l'aliment test

3.3 PARAMÈTRES ZOOTECHNIQUES

Les résultats des paramètres de croissance (poids moyen final, gain moyen de poids journalier, taux de croissance spécifique) et de transformation des aliments (indice de consommation apparent, coefficient d'efficacité protéique) ainsi que le taux de survie chez *Oreochromis niloticus* en phase larvaire sont consignés dans le tableau IV.

Après 60 jours d'élevage, les poids moyennes finaux ont varié de $2,75 \pm 0,60$ g à $5,06 \pm 0,85$ g.

Pour les valeurs des paramètres poids final: Pmf (g), gain de poids: GP (g), gain de poids quotidien: GPj (g/j), Taux de croissance spécifique: TCS (%/jour) et Coefficient d'efficacité protéique: CEP, il existe une différence significative entre les autres les traitements ($P < 0,05$). Les analyses statistiques montrent que l'efficacité de transformation de l'aliment, Taux de croissance spécifique, la croissance moyenne journalière, le gain de poids et les performances de croissance observées chez les lots nourris à l'aliment R₂₀ sont significativement ($P < 0,05$) meilleures que celles des lots de poisson ayant reçu les autres aliments (R₁₅, R₂₅ et At). A l'opposé, les lots ayant reçu l'aliment AT se sont caractérisés par de faibles performances de croissance par rapport aux autres.

Les poids moyens finaux atteints par les poissons sont respectivement de $2,75 \pm 0,60$ g, $3,16 \pm 0,69$ g, $3,85 \pm 0,51$ g et $5,02 \pm 0,85$ g respectivement AT, R₁₅, R₂₅ et R₂₀. Les données obtenues en fin d'expérience montrent que les indices de consommation moyens varient entre $0,22 \pm 0,03$ (A20); $0,32 \pm 0,11$ (A15); $0,36 \pm 0,07$ (R₂₅) avec les régimes contenant la farine des larves blanche de palmier contre $0,41 \pm 0,08$ pour l'aliment de référence (AT). Les aliments R₂₅ et At se sont caractérisés par des coefficients d'efficacité protéique (CEP) similaires, soit des valeurs comprises entre $7,08 \pm 1,56$ (AT) et $8,11 \pm 1,79$ (AT) contre $9,91 \pm 3,88$ pour l'aliment R₁₅ et $12,87 \pm 2,23$ (R₂₀). Quant aux taux de suivi, l'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre $95,19 \pm 0,97$ g (R₁₅) et $95,19 \pm 4,91$ g (R₂₅) et entre $92,23 \pm 1,95$ g et $91,84 \pm 0,48$ g. Les valeurs moyennes des taux de survie sont comprises entre $95,19 \pm 0,97$ g (R₂₅) et $91,84 \pm 0,48$ g (AT).

Tableau 4. Paramètres zootechniques d'*Oreochromis niloticus* nourris avec quatre aliments tests (R_{15} , R_{20} , R_{25} , et AT)

Paramètres	Traitements alimentaires			
	R_{15}	R_{20}	R_{25}	AT
Poids initial : Pmi (g)	0,014± 0,1 ^a	0,014± 0,1 ^a	0,014± 0,1 ^a	0,014± 0,1 ^a
Poids final: Pmf (g)	3,85±0,51 ^b	5,06 ±0,85 ^c	3,16 ±0,69 ^a	2,75±0,60 ^a
Gain de poids : GP(g)	3,83±0,71 ^b	5, ±0,86 ^c	3,14±0,69 ^a	2,73±0,60 ^a
Gain de poids quotidien : GPj (g/j)	0,07±0,02 ^b	0,09±0,01 ^c	0,06±0,01 ^a	0,05±0,01 ^a
Taux de croissance spécifique: TCS (%/jour)	12,89±0,88 ^b	13,63± 0,40 ^c	12,54±0,48 ^{ab}	12,23±0,47 ^a
Quotient nutritif: Qn	0,32±0,11 ^b	0,22± 0,03 ^a	0,36±0,07 ^{bc}	0,41±0,08 ^c
Coefficient d'efficacité protéique: CEP	9,91±3,88 ^b	12,87±2,23 ^c	8,11±1,79 ^a	7,08±1,56 ^a
Taux de survie: Ts (%)	95,19±0,97 ^b	92,23±1,95 ^a	95,19±4,91 ^b	91,84±0,48 ^a

Les résultats ont été exprimés en: Moyenne ± ECT (écart type) de deux répétitions. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT) affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$) et celles portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). R_{15} : Aliment local contenant 15% de la farine des insectes; R_{20} : Aliment local contenant 20 % de la farine des insectes; R_{25} : Aliment local contenant 25% de la farine des insectes; AT: Aliment local ne contenant pas de la farine des insectes.

4 DISCUSSIONS

L'étude conduite à la ferme piscicole de l'université NANGUI ABROGOUA s'inscrit dans ce cadre, en recherchant les possibilités d'incorporation de la farine de larves de blanches du palmier dans l'aliment des poissons en phase larvaire. Dans cette étude les paramètres physico-chimiques de l'eau enregistrent dans les aquariums sont dans les gammes de valeurs optimales recommandées pour l'élevage des tilapias. Les valeurs moyennes de la température et du pH de l'eau des aquariums varient très faiblement d'un aliment à l'autre et ne sont pas significatives ($p > 0,05$). Les valeurs de température (26,63±0,03 et 26,85±0,018) enregistrées au cours de cette expérience sont proches de celles (24 – 35 °C) obtenues par [13] et similaire à ceux obtenue par [14], pour lui une température de 27,7 ± 1,24 °C est favorable à l'élevage des tilapias. Pour [15] le tilapia s'alimente moins au-dessous de 20 °C et cesse de s'alimenter au-dessous de 16 °C alors que la mort se produit au-dessous de 12 °C [16]. Les valeurs moyennes de pH (7,50 ±0,21 – 7,70 ±0,02) se situent bien dans la fourchette (6,5 – 8,5) recommandée par [17] et [14] pour l'élevage des *O. niloticus*.

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement élevées et varient entre 4,89 ± 0,17 et 4,90 ± 0,04 mg/l. Ces valeurs respectent les normes européennes de qualité des eaux piscicoles fixées par la directive n 2006/44/EE qui exigent une concentration en oxygène dissous > 3 mg/L. [18] a rapporté qu'une teneur en oxygène dissous supérieure à 3mg.L⁻¹ constitue l'optimum pour une bonne croissance de tilapia. Plusieurs auteurs [19] ont rapporté que les concentrations voisines de 0,1mg/L sont tolérées par les tilapias. Dans l'ensemble, les différents paramètres de qualité de l'eau étudiés (température, oxygène dissous, pH) ne diffèrent pas ($P > 0,05$) d'un aquarium à un autre et d'un traitement alimentaire à un autre. Les conditions de milieux ne changent donc pas sous l'influence des traitements alimentaires appliqués. Les différences observées dans les performances zootechniques entre les lots pourraient donc être attribuées à la performance des aliments expérimentaux.

Les taux de survie ont été supérieurs à 90%, cela montre que l'incorporation de la farine des larves de blanches du palmier ne semble pas affecter le taux de survie des poissons recevant les rations tests.

Le taux de survie (TS) de nos résultats était similaire à ceux [20] dont la valeur variait de 89,4 à 93,3%. Ce taux était supérieur à celui de [21] qui ont obtenu des valeurs variant de 86 à 95%. Nos résultats sont inférieurs à ceux de [22], qui ont obtenu un taux variant de 95 à 100% chez les juvéniles de *Lates niloticus* nourri avec la farine de soja et également inférieurs à ceux de [23] qui ont obtenu des résultats de 100% de survie sur le tilapia *Oreochromis niloticus* nourri pendant 60 jours avec des protéines végétales au Burkina Faso. Après 60 jours d'élevage des larves, les résultats obtenus montrent que les larves de poissons nourries avec les aliments formulés à base de la farine de larve du charançon (R_{15} , R_{20} et R_{25}) dont le taux d'incorporation de la farine des larves du charançon est respectivement 15, 20 et 25% ont suscité des performances de croissance plus élevées (Poids final, Gain moyen quotidien et taux de croissance spécifique pondérale) que celles ayant reçu le régime sans farine de larve du charançon (AT), c'est-à-dire celles ayant reçu 100% de protéines végétales.

Les performances de croissance observée au niveau des poissons nourrir avec les aliments contenant de la farine des larves blanche de palmier ont été plus importantes que celle enregistre avec l'aliment contenant 100% de la protéine végétale. ce ralentissement de la croissance des larves observé avec le régime AT, pourrait être dû au fait que ce régime AT contient uniquement de la protéine végétale et cela aurait réduit la consommation de cet aliment comme l'ont montré [24]. En effet,

selon [25] les matières d'origine végétale contiennent des facteurs antinutritionnels comme les tanins qui réduisent la consommation de l'aliment. Les régimes R₁₅, R₂₀ et R₂₅ qui équivalent à un taux d'incorporation respectif de 15%, 20% et 25% auraient favorisé la consommation des poissons, liée certainement à des éléments sensoriels présents dans les aliments. Les différentes performances de croissance observées entre ces aliments pour auraient s'expliquer au niveau des acides aminés indispensables à la croissance des poissons que contiennent ces différents aliments. En comparant, nos résultats avec d'autres études on constate au niveau des gains de poids journaliers ($0,05 \pm 0,01$ à $0,09 \pm 0,01$) sont inférieurs à ceux obtenus ($0,1 \text{g/j}$) par [26] en étang mais supérieures à celle ($0,05$ à $0,02 \text{g/j}$) obtenues par [27] en bassin en béton ces différences peuvent s'expliquer aux niveaux des structures d'élevage. Les faibles valeurs de l'indice de consommation ($0,32 \pm 0,11$, $0,22 \pm 0,03$, $0,36 \pm 0,07$ contre $0,41 \pm 0,08$ pour AT) justifient la bonne qualité de cet aliment qui serait plus digeste et facilement assimilable par les poissons que l'aliment AT. Pour [28] et [29], la performance d'un aliment composé dépend étroitement de la variabilité du coefficient de digestibilité, d'adsorption et de la disponibilité des nutriments qui le constituent.

5 CONCLUSION

Cette étude met en avant l'intérêt de l'incorporation des larves de *Rhynchophorus phoenicis* dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en phase larvaire en aquarium. Les résultats obtenus permettent de conclure que les aliments contenant la farine des larves de *Rhynchophorus phoenicis* (du charançon de palmier) peuvent être incorporés dans l'alimentation *Oreochromis niloticus* comme source de protéine en phase larvaire. En effet, les poissons nourris avec les aliments contenant la farine des larves du charançon de palmier ont présenté des performances de croissance supérieures à l'aliment contenant 100% de protéine végétale en fin d'expérience. L'alimentation des poissons à base de farine des larves des insectes pourrait donc être une voie de valorisation des protéines animales disponible localement. Dans les mêmes conditions d'élevage, en cas d'indisponibilité ou de coût extrême de l'aliment industriel, ces aliments peuvent le substituer et répondre aux besoins des pisciculteurs.

REMERCIEMENT

Nous adressons nos sincères remerciements Directeur du pôle de recherche de pêche et aquaculture et à l'équipe de gestion de la ferme piscicole de l'université NANGUI ABROGOUA. Nous exprimons également notre reconnaissance à TEWELE Galé Edgar Moïse, étudiants en Master de Productions Animales, son assistance pendant et après la collecte des données.

REFERENCES

- [1] T. Cashion, F. Le Manach, D. Zeller & D. Pauly Most fish destined for fishmeal production, 2017.
- [2] R. Amar, Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins: Exemple de la Manche-mer du nord. *Vertigo* Revue électronique en science de l'environnement, 2010.
<https://doi.org/10.4000/vertigo.10129>.
- [3] CESM No15-Janvier, Centre d'études stratégiques de la Marine capitaine de vaisseau Yves Postec. Directeur du Centre d'études stratégiques de la Marine, 2019.
https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/3156/EM16_CALAMEO_COR.pdf.
- [4] S. Kelemu, S. Niassy, B. Torto., K. Fiaboe, H. Affognon, H. Tonnang., N.K. Maniania & S. Ekesi., African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. *J. Insects Food Feed*, 1: 103–119, 2015.
- [5] H. Anand., A. Ganguly & P. Haldar, Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. *Int. J. Poult. Sci.* 7, 722–725. are food-grade fish. *Fish.* 18, 837–844, 2008.
- [6] M.F. Amisi, U.S. Héritier, M. Paul, A.L. Georges., B.K. Innocent & I.M. Pascal, Valorisation de la chenille comestible *Bunaepopsis aurantiaca* dans la gestion communautaire des forêts du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo). *Vertigo*, 2013.
- [7] R. Caparros Megido, S. Desmedt, C. Blecker, F. Béra, É. Haubruge, T. Alabi & F. Francis, Microbiological Load of Edible Insects Found in Belgium. *Insects* 8, 12, 2017.
- [8] H.P. Makkar, G. Tran, V. Heuzé & P. Ankers, State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197, 1–33, 2014.
- [9] M. Kenis, N. Koné, C.A.A.M. Chrysostome, E. Devic, Koko, G.K.D., V.A. Clottey, S. Nacambo & G.A. Mensah, Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia*; 2 (218): 107–14, 2014.

- [10] H. Verdal, W. Mekki, C. Lind, M. Vandeputte, B. Chatain & J. Benzie, Mesure de l'efficacité alimentaire individuelle et de ses corrélations avec les caractéristiques de performance du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 468 (1): 489-495, 2017.
- [11] Y. Bamba, A. Ouattara, J. Moreau & G. Gourene, Apport relatif en nourriture naturelle et artificielle dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en captivité. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 386: 55-68, 2007.
- [12] PT. Agbohessi, BDD. Degila, H A. Elegbe, ROE. Pelebe, J. Okewole, AMB. Houndji. & I. Imorou- toko, Optimisation de la productivité piscicole des étangs par l'association du jeûne et de la co-culture chez *Clarias gariepinus* et *Oreochromis niloticus*; *Journal of Applied Biosciences* 130: 13138 – 13147 ISSN 1997-5902, 2018.
- [13] S. M. Sarr, A. J. T. Kabré & F. Niass, 2013. Régime alimentaire du mulot jaune (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758, *Mugilidae*) dans l'estuaire du Fleuve Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 71: 5663-5672. <http://www.m.elewa.org/JABS/2013/71/Abstract1-sarr.htm> Science: Science: Oxford; 131-156.
- [14] E. Faye, S. M. Sarr, M. A. Touré, S. Gueye & M. Gueye, Effets de la densité de stockage sur la croissance des alevins de Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) en cages fixes dans le Lac de Guiers, Sénégal. *AfriqueSCIENCE* 14 (3): 378-390. 2018.
- [15] J. Chervinski, Environmental physiology of tilapias. In: Pullin R. S. V., Lowe - McConnel R. H. (Eds), *The Biology and culture of tilapia*. ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines, 7: 119–128, 1982.
- [16] J. C. PHILIPPART & J. C. RUWET, Ecology and distribution of tilapias. In: Pullin A. S. V. & Lowe Mc Connell R. H., *The biology and culture of tilapia*. ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines: 15-59. 1982.
- [17] R. R. Stickney, *Culture of nonsalmonid freshwater fishes*, Boca Roton, USA: CRC Press, 201p, 1986.
- [18] P. Kestmont, J.C. Micha & U. Falter, Les méthodes de productions d'alevins de Tilapia nilotica. Programme des Nations Unies pour le Développement Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation. Programme de mise en valeur et de coordination de l'aquaculture. Namur, Belgique: ADCP: 132 p, 1989.
- [19] C. H. Melard & J.C. Philippart, La production de Tilapia de Consommation dans les rejets Industriels d'eau chaude en Belgique. *Cahiers d'Ethologie Appliqués*. 1: 122, 1981.
- [20] Y. Abou, A. Adité, M. Ibikounlé, Y. Beckers, E.D. Fiogbé & J.C. Micha, Partial replacement of fish meal with Azolla meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) affects growth and whole-body fatty acid composition. *Int.J.Biol.Chem.Sci.* 5 (6): 2224–2235, 2011. DOI: <http://dx.doi.org./10.4314/ijbcs.V5i6.5>.
- [21] M. C. Ble, K. A. Otchoumou, Y. L. Alla & S. Kaushik, Utilisation des farines végétales dans l'alimentation des poissons d'élevage en milieu tropical. *Fiches Techniques et Documents de Vulgarisation*, 11: 7-11, 2011.
- [22] M. Ly & C.T. Ba, Effets d'une partielle substitution de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). *Int.J.Biol.Chem.Sci.* 9 (3): 1477-1484, 2015.
- [23] C.I. Dibala, M.C. Yougbaré, K. Konaté, ND. Coulibaly & M.H. Dicko, Production du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) avec des aliments à base de protéines végétales. *Journal of Applied Biosciences*, 128: 12943–12952, 2018.
- [24] F. Medale & C. Burel, Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 21 (4): 2–15, 2014.
- [25] G. Francis, H. P. S. Makkar & K. Becker, Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199: 197–227, 2001.
- [26] Y. Abou, «Effet de l'alimentation à base d'Azolla sur la production du tilapia du Nil en zones humides au Bénin». Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Presses universitaires de Namur, 217 p, 2007.
- [27] E. D. Fiogbe, J-C. Micha & C. Van Hove, "Use of natural aquatic fern *Azolla microphylla* as a main component in food for the omnivorous-Phyto planktonophagous tilapia *Oreochromis niloticus* L." *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 517 -520, 2004.
- [28] D. Sklan, T. Prag & I. Lupatsch, Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* (Teleostei, Tilapia), *Aquaculture*, 1: 3–8, 2004.
- [29] K. Köprücü & Y. Özdemir, Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 308–316, 2005.

Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ageratum conyzoides* L

[Chemical composition of essential oil of *Ageratum conyzoides* L]

A. K. Djibo, I. Moussa, and K. Ikhiri

Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des sciences B.P. 10662 Niamey, Niger

Copyright © 2024 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: *Ageratum conyzoides* is a plant used as an insect repellent against *Vigna unguiculata* (L.) bruchids. This plant is also in traditional Nigerien medicine. The chemical composition of essential oil of *Ageratum conyzoides* from Niger has been analysed by CG/MS. Forty-four components were identified. Among the identified components, 6-demethoxyageratochromene (precocene I) 64.71% and β -caryophyllene 14.49% were the most abundant.

KEYWORDS: Chromene; precocene I; sesquiterpene; β -caryophyllene.

RESUME: *Ageratum conyzoides* est une plante utilisée comme insectifuge contre les bruches de *Vigna unguiculata* (L.). Cette plante est également en médecine traditionnelle nigérienne. La composition chimique de son huile essentielle, obtenue par hydro distillation, a été analysée par CG/MS. Quarante-quatre (44) composés ont été identifiés. Parmi les composants identifiés, le 6-déméthoxyagératochromène (précocène I) 64,71 % et le β -caryophyllène 14,49 % étaient les plus abondants.

MOTS-CLEFS: Chromene, précocène I, sesquiterpène, β -caryophyllène.

1 INTRODUCTION

Les insectes nuisibles constituent des contraintes majeures à la production agricole au sahel. Les cultures sont attaquées par une multitude d'insectes qui rendent l'emploi d'insecticide obligatoire. Les molécules de synthèse jusqu'ici utilisées dans la lutte contre les insectes sont très toxiques avec un temps de rémanence plus long; d'où la nécessité de trouver des produits plus efficaces et disponibles au sahel.

Ageratum conyzoides (A C) fait parti des plantes qui distillent des molécules répulsives pour se mettre à l'abri de la voracité des herbivores. C'est une plante annuelle très rependue en Afrique et qui pousse sur les terrains humides [1]. L'huile essentielle de cette plante présente une activité insecticide sur divers types d'insectes [2-5]. Cette activité est liée à la présence des precocènes qui conduisent à une métamorphose précoce et irréversible [6] chez ces insectes. La composition chimique de l'huile essentielle de cette plante nous permet d'envisager une application dans le domaine de la conservation des récoltes.

2 MATERIEL ET METHODE

Les échantillons d'*A. conyzoides* ont été récoltés à Lamordé (Niamey) en mars 2018. L'identification de la plante a été faite par le Professeur Saadou M. du Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétale de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

Les échantillons récoltés sont constitués des parties aériennes de la plante. Ils sont séchés au laboratoire avant d'être utilisés.

La plante grossièrement écrasée est extraite par hydro distillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger pendant quatre heures. L'huile essentielle est séparée de l'eau à l'aide de l'éther éthylique, la teneur en huile essentielle est de l'ordre de 0.34 %.

3 ANALYSE DES EXTRAITS

Les échantillons d'huile essentielle ont été étudiés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/SM). L'appareil utilisé est un Hewlett-Packard HP6890 équipé d'une colonne capillaire HP-5 (25 m x 0,25 mm). La température est programmée de 50 à 300°C avec un incrément de 5°C/mn. Le gaz vecteur est l'hélium.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 donne les composés identifiés contenus dans l'essence d'*A conyzoides* récolté au Niger. L'huile obtenue par hydrodistillation est composée essentiellement de deux constituants majoritaires: 6-demethoxy-ageratochromene (precocène-I) (64,7%) et caryophyllène (14,49 %). On note en tout 65 constituants dont 44 ont été identifiés. Les composés majoritaires rencontrés ont été déjà identifiés comme constituants majoritaires des essences d'*A conyzoides* originaire du Burkina Faso^[7] et du Nigeria [8]. On trouve une homogénéité dans la composition chimique dominée par la présence des sesquiterpènes à 28 % et des dérivés chromones représentant 65% de cette essence. La proportion de monoterpènes est très faible (2,5 %). Les sesquiterpènes sont constitués, en dehors du β -caryophyllène, de α -humulène (2,67 %), β -sesquiphellandrène (2,49%), de β -farnesène (1,47 %) et de germacène (1,16 %).

Comparer aux essences du Nigeria et du Burkina, celle du Niger est pauvre en monoterpène mais plus riche en sesquiterpènes. Les monoterpènes représentent 6.4 % de l'essence originaire du Nigeria et les sesquiterpènes 5,1 %. Quant aux composés majoritaires, on note également que l'essence du Niger est plus riche en caryophyllène bien que le precocene reste le composé majoritaire comme l'indique le tableau 2.

Cette différence dans les proportions des constituants majoritaires en fonction du milieu peut avoir une influence sur l'activité biologique de cette plante. Ce qui permet de comprendre aisément pourquoi la plante a plusieurs utilisations thérapeutiques selon les localités malgré la toxicité des precocènes [9-12].

Tableau 1. Composés identifiés dans l'huile essentielle d'*A conyzoides*

Composés	IR	%
Trans-hex-2-enal	853	0,05
α -pinene	939	0,06
camphene	951	0,032
β -pinene	979	tr
myrcene	990	tr
α -terpinene	999	0,27
limonene	1031	0,08
linalol	1100	0,07
borneol	1175	0,18
α -terpineol	1197	tr
Bornyl formiate	1231	0,37
1H-inden-1-one	1281	0,08
Bornyl acetate	1286	0,88
α -cubebene	1349	0,09
eugenol	1353	0,14
α -copaene	1379	0,14
β -boubonene	1387	0,13
β -cubebene + β -elemene	1390 + 1391	0,37
β -caryophyllene	1425	14,49
(E)- α -bergamotene	1435	0,37
α -humuene	1454	2,67
(E)- β -farnesene	1460	1,47
6-demethoxy-ageratochromene [precocene I]	1469	64,71
Cadina-1 (6),4-diene	1483	0,16
γ -muurolene	1486	0,06
Germacrene D	1486	1,16
Muurola-4 (14),5-diene	1496	0,59
α -muurolene	1501	0,28
β -bisabolene	1509	0,17
β -cucumene	1521	0,49

β -sesquiphellandrene	1526	2,49
Cadina-1,4-diene	1536	0,05
Caryophyllene oxide isomer	1555	0,09
(E)-nerolidol	1561	0,26
Caryophyllene alcool	1581	0,67
Caryophyllene oxyde	1587	1,12
Humulene-1,2-epoxyde	1615	0,07
1-epi-cubenol	1632	0,12
Caryophylla-4(14),8(15)-diene	1642	0,36
Cubenol	1647	0,18
desmethoxyencecaline	1653	0,16
Ageratochromene [precocene II]	1660	0,25
6-vinyl-7-methoxy-2,2-dimethylchromene	1676	1,62
Composés identifiés		97,28
Monoterpeniques		2,50
Sesquiterpéniques		28,05
Chromenes		66,73

Tableau 2. Teneur en précocène et en caryophyllène des essences *A conyzoides* selon l'origine

Origine	% caryophyllène	% Precocene-1
Niger	14,49	64.7
Burkina Faso	8	86
Nigeria	1,9	82.1

5 CONCLUSION

Les résultats obtenus témoignent de l'importance de cette plante aromatique et justifie son utilisation dans la médecine traditionnelle dans beaucoup de pays. La présence de précocène et de caryophyllène en grande proportion dans l'essence de *A conyzoides* rend cette plante attractive dans le cadre de la lutte contre les insectes et les nématodes.

REFERENCES

- [1] Burkill H M, The Useful Plants of West tropical Africa, Vol. 1. Kew: Royal Botanic Gardens 1985.
- [2] Gblade A A., Onayade O A, Ayinde B A; Insect Sci. Its Appl. (1999), 19, 237.
- [3] Vijayalkshmi K, Mishra S D, Prasad S K; Indian J. Entomol. (1979), 41, 326.
- [4] Nicole R, Brigitte M, Nicole C, Gerard N; Entomologia Experimentalis et Applicata (1985), 39 (1), 43.
- [5] Louis Roi N A, Badama P S K, Hervé K K; European journal of scientific recherche (2010), 39 (2), 243.
- [6] Nisar S, Husain S I; Indian J. Appl. Pure Biol (1990), 5, 129.
- [7] Nebie R H C, Yameogo R T, Belanger A, Faustin S S; C R Chimie (2004), 7, 1019.
- [8] Adeleke A H, Winterhalter P, Adio A M, Knopp H, Bonnlander B; Flavour frag. J. (2002), 17, 247.
- [9] Kerharo J, Adam J G, La pharmacopée sénégalaise traditionnelle: Plantes Médicinales et toxiques; ed. Vigot-freres, Paris, 1974; Vol. 1 p 101.
- [10] Bissangou M F, Ouamba J M; Pharm. Med. Trad. Afr. (1997), 9, 70.
- [11] Abena A A, Ouamba J M, Keita A; Phytother. Res., (1996), 10, 164.
- [12] Pradhanang P M, Momol M T, Olson S M; Plant Disease, (2003), 87 (4), 423.

L'impact de l'imaginaire du paysage littoral dans le façonnement des lieux de villégiature balnéaire: Le cas du littoral du Sahel de Bizerte

[The impact of the imaginary coastal landscape in the shaping of seaside resorts: The case of the Sahel of Bizerte]

Ben Abdesslem Ghada and Fehri Noûmène

LR. Biogéographie, Climatologie Appliquée et Dynamiques Environnementales (BiCADE), Université de la Manouba, Faculté des Lettres des Arts et des Humanités, Département de Géographie, Campus Universitaire de la Manouba 2010, Tunisia

Copyright © 2024 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: Imaginations are essentially made up of shared representations and fed in some way by material images or immaterial that are worked by the imagination. these two bases play an eminently important role in structuring the imagination of the coastal landscape in a contemporary societal context where the primacy of the image prevails. undoubtedly, the discovery of emblematic places was once limited to artists, travelers or writers who reveal the landscape assets of different places of the world. currently, other propagandist occupants have taken over: journalists, columnists as well as social networks that play a key role in promoting of the places. over time, the perception of the coastal landscape is charged with a certain number of affective, material and imaginary values that allows and deviates from reading it. to question this relation to a specific landscape of the sea, an exploratory and qualitative research was conducted on the coastal fringe of the sahel of bizerte through a corpus of images, broadcast speeches and land sales ads published on the internet, crossed with a series of surveys conducted among 15 secondary residents. the first results show that the sea landscape influences the market value of land and real estate and helped to redraw a new configuration of the coast of the sahel of bizerte. our study area is an imaginary place, which, besides its own geographical existence, is a focus of desire and expectations of an idyllic shoreline image.

KEYWORDS: Coastal landscape, secondary resident, seaside resort, imaginary of the coastal landscape.

RESUME: Les imaginaires sont constitués essentiellement de représentations partagées et nourries en quelque sorte par des images matérielles ou immatérielles travaillées par l'imagination. Ces deux socles, jouent un rôle éminemment important dans la structuration de l'imaginaire du paysage littoral dans un contexte sociétal contemporain où le primat de l'image prévaut. Sans doute, la découverte des lieux emblématiques était limitée autrefois aux artistes, voyageurs ou encore écrivains. Actuellement, d'autres occupants propagandistes ont pris la relève : journalistes, chroniqueurs ainsi que les réseaux sociaux. Au fil du temps, la perception du paysage côtier se charge d'un certain nombre de valeurs affectives, matérielles et imaginaires qui ont dévié sa lecture. Pour questionner ce nouveau rapport au paysage de la mer, une recherche exploratoire et qualitative a été menée sur la frange côtière du Sahel de Bizerte à travers un corpus d'images, des discours diffusés et des annonces de vente de terrain publiées sur Internet, croisée avec une série d'enquêtes menées auprès de 15 résidents secondaires. Les premiers résultats montrent que le paysage de la mer influe la valeur vénale des biens fonciers et immobiliers et contribue à redessiner une nouvelle configuration de la côte du Sahel de Bizerte. Notre zone d'étude est devenue un lieu imaginaire, un lieu qui, à côté de son existence géographique propre, est un foyer de désir et d'attentes d'une image d'un rivage idyllique.

MOTS-CLEFS: Paysage littoral, résident secondaire, villégiature balnéaire, imaginaire du paysage du littoral.

1 INTRODUCTION

La montée d'un phénomène de découverte et de construction du littoral à des fins non productives met en évidence l'imbrication de diverses formes de sensibilités au milieu littoral. Généralement, l'espace secondaire est qualifié par plusieurs écrivains comme étant une production de l'imaginaire. Si cet espace secondaire se trouve au bord de l'eau, devant le paysage maritime: un élément qui donne à rêver et à s'évader; il se charge encore plus de sensibilités individuelles. Ambigu et polysémique, le paysage ne devient tel que lorsque saisi par le regard humain qui transforme l'espace en paysage faisant projeter sur lui images et représentations, mais aussi les mémoires plurielles et les identités singulières des groupes et de chacun [1]. De ce fait, la lecture du « paysage littoral » implique qu'on prend en compte qu'il est à la fois un espace matériel et géographique aux limites inconstantes autant imaginaire que symbolique. Il constitue tout autant un paysage mythique qui se charge de multiples valeurs symboliques et donne à différentes catégories sociales à rêver. Il est un paysage en lui-même, perçu de différentes manières selon l'observateur, son état d'âme, son vécu: l'agriculteur qui laboure sa terre en face de la mer, le marin- pêcheur qui se nourrit d'elle, l'immigrant clandestin qui voit la mer une limite à franchir vers un ailleurs, le citadin qui réside en été pour se reposer, y rêver et y revenir..., l'avoir choisi pour y vivre, tous n'ont pas la même relation, ni la même perception du paysage littoral. En d'autres termes, sa perception se charge d'un certain nombre de valeurs, affectives, matérielles et imaginaires, tout un système socioculturel de codes en permet et en dévie la lecture.

2 SITE D'ETUDE

Situé au Nord-est de la Tunisie, sur la mer méditerranée, la zone d'étude constitue la côte du Sahel Bizertin qui s'étend sur trente-six kilomètres abritant Ghar El Melh, Rafraf, Ras Djebel, en passant par Metline jusqu'à Cap Zebib. Le choix a été focalisé essentiellement sur les deux délégations de Ras Djebel et celle de Ghar El Melh qui englobent ces localités. Notre territoire est marqué par une agriculture séculaire héritée du savoir-faire andalous. Caractérisé par des traits communs, ce territoire est sous formes de petits villages ayant une ressemblance du style architectural de leur l'habitat, les cultures pratiquées, leur mode de vie. Néanmoins, l'arrivée de la pratique balnéaire vers les années 1970-1980 a provoqué une transformation profonde du littoral du Sahel de Bizerte.

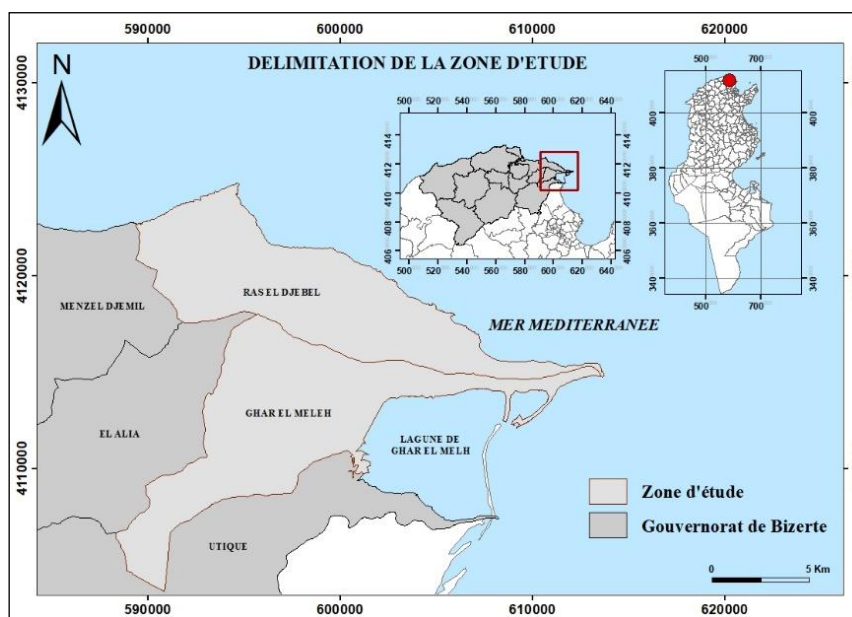


Fig. 1. Carte de localisation et délimitation de la zone d'étude

Source: Goole Earth 2021©

3 METHODOLOGIE

Notre article s'est basé essentiellement sur une étude exploratoire et qualitative basée essentiellement sur:

- Un aperçu historique à partir duquel, nous aborderons l'émergence ainsi que l'évolution spatio-temporelle d'une nouvelle pratique: la villégiature et par conséquent la reconversion du regard vers le paysage de la mer entant que cadre paysager perçu et vécu
- Une élaboration d'un entretien semi directif auprès de quinze résidents secondaires au Sahel de Bizerte à partir duquel, nous essayerons de détecter leur motif de choix de l'installation au bord de la mer
- Exploration d'un corpus d'images qui exposent les différentes aménités paysagères de notre zone d'étude diffusées via Facebook. Notre but était de voir l'impact qu'apportent les médias sociaux sur l'imaginaire du paysage maritime et leur influence dans la promotion des lieux de villégiature
- Consultation de 50 annonces sur (www.annonces-tunisie.net) qui concernent la vente des terrains situés Sahel de Bizerte. Nous chercherons à comprendre l'impact du paysage qu'offrent ces terrains (ouverture du paysage, distance par rapport à la mer, la verdure,...) dans la fixation des prix des terrains et quelles sont les stratégies adoptées par les propriétaires pour inciter les gens à s'investir dans un tel endroit ?
- Traitement des cartes topographiques à différentes échelles associées aux extraits d'images Google Earth avec une solution logicielle SIG a mis en évidence l'artificialisation de la frange côtière du Sahel de Bizerte durant la période qui s'étend entre 1950 et 2021. Le traitement effectué a eu pour rôle d'harmoniser les données vectorielles extraites de ces documents qui ont été stockées et structurées sous formes de couches et de tables sous le logiciel Arcgis 10.8

4 RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 LA VILLEGATURE BALNEAIRE: UNE PRATIQUE CULTURELLE

Plusieurs auteurs confirment que les usages contemporains liées à la mer ont été la résultante du changement perceptif du paysage de la mer au cours du temps appuyé dans une large part par l'activité des peintres, des littéraires ainsi que les voyageurs. Le concept philosophique de « *l'artialisation* » [2] confirme cette théorie en insistant sur le fait que la sensibilité s'est constituée par l'intermédiaire de la peinture et de la poésie. Autrement dit, embellir le regard, et, par lui, la nature, c'est la fonction de l'art [3]. Selon les propos de [3], « *Le paysage est devenu si familier et naturel, qu'on croit que sa beauté allait de soi mais c'est aux artistes qu'on doit tout le mérite de modeler le pays en paysage, en d'autres termes entre le pays et le paysage c'est l'élaboration, toute la médiation de l'art* ». Certes, l'art ne se limite pas à fonder la beauté naturelle mais il donne forme aux pratiques sociales et aux mœurs d'une époque à l'autre. Les exemples du paysage montagnard ou balnéaire sont pertinents dans notre contexte, dans la mesure où ils figuraient auparavant en Europe occidentale parmi les endroits lugubres. Ils ont acquis progressivement, grâce à l'activité des peintres, des littéraires et des voyageurs..., des attributs positifs de valorisation esthétique qui ont contribué à leur essor.

Si on fouille sur l'évolution de la perception du littoral en Afrique du Nord, on trouve que cet attrait pour vivre dans un cadre naturel est incarné dans l'histoire tunisienne. À cet égard, la référence [4] nous rappelle que « *Les riches citadins de la Carthage romaine comme ceux de la médina de Tunis rêvaient de pouvoir s'évader de leur cité, à la belle saison, pour jouir d'une vie plus libre et plus aérée à la campagne et sur le littoral* ». Il précise encore « *qu'autour des deux anciennes capitales de l'Afrique Proconsulaire et de l'Ifriqiya, la fertilité de la plaine et le voisinage de la mer offraient les conditions les plus favorables à l'agréable villégiature recherchée principalement en été* ». Cette envie de se retirer dans les campagnes ainsi qu'au bord de la mer ne durera pas très longtemps. Abandonné plusieurs siècles, l'image véhiculée du littoral a été durant une longue période, un lieu de confrontations et de guerres, une frontière qu'il faut repousser, sauvegarder, et fixer aux prix d'efforts financiers et militaires.

« *Mais durant la période qui s'étend entre le XVIII^e siècle jusqu'au XIX^e siècle, les tunisiens ont connu de longues périodes de tranquillité à l'abri des troubles intérieurs* [4] ». C'est ainsi que l'image des côtes commence à s'affirmer en tant qu'un espace à ne pas craindre. L'invasion des côtes tunisiennes par les palais résidentiels dédiés à la villégiature estivale d'une élite durant les périodes husseinites (XVIII^e-XIX^e) et hafsides (XII^e-XVI^e) fut le bon exemple. En conséquence, le changement des perceptions et des mentalités nécessaires à la construction de ces lieux de loisirs s'est opéré progressivement sur quelques sites privilégiés. Malheureusement, le manque des œuvres picturales sur le paysage maritime en Tunisie rend encore la tâche difficile pour repérer le changement radical de la perception de la mer et de la sensibilité à cette dernière. Bien que la Tunisie ait attiré de nombreux écrivains au début du XIX^e siècle et plus précisément la période qui s'étend de la moitié du XIX^e siècle à la première moitié du XX^e siècle comme (Alexandre Dumas, Gustave Flaubert, Guy de Maupassant...), Ceux-ci se sont intéressés beaucoup plus à la médina de Tunis ou encore le Sud de la Tunisie qu'au thème de la mer. Toutefois, c'est grâce aux textes des voyageurs et descripteurs qui ont visité Tunis et ses environs, que l'évolution des modes de vie de la population se

dessine. En effet, plusieurs descripteurs tels que ([5], [4], [6]) nous ont rapproché l'évolution de l'image de la transformation des côtes de la région de Tunis.

De sa part, [7] confirme que le bord de mer était longtemps marginalisé par les Tunisiens avant le XXe siècle. Il symbolisait la pêche et le transport des marchandises et était animé par quelques constructions isolées, des marabouts, des locaux pour la pêche ou des logements sommaires pour la baignade. « *Les aménagements « pieds dans l'eau » ne se sont multipliés que très récemment* ». Même les villes, qui actuellement prolifèrent sur la côte, ont été auparavant distantes par rapport à la mer. En moins d'un siècle, des stations balnéaires très convoitées se sont développées, accompagnées d'une frénésie pour la plage et les bains de mer. L'expression de ce nouvel engouement pour le littoral s'est manifestée en Tunisie, par la construction de palais de plaisance, de résidences estivales, puis de fronts urbains littoraux comme le prouvent plusieurs descripteurs de la Tunisie. Ces nouvelles implantations ont été faites par étapes donnant naissance à plusieurs modèles urbains et transformant une région abandonnée en des embryons puis en de véritables lieux d'une villégiature bourgeoise ou populaire estivale [8]. Ce refus vers d'autres plages vierges et l'appropriation de nouveaux rivages méconnus révèlent la nouvelle perception qu'a eue le bord de mer au cours de ces dernières décennies. Dans ce contexte, la frange côtière du Sahel de Bizerte, notre zone d'étude, sera prise comme un exemple d'un lieu découvert récemment par les Tunisiens. Un territoire qui a été longtemps voué à la petite agriculture familiale est devenu un foyer de désir et d'attentes d'une image d'un rivage idyllique.

4.2 L'IMPACT DE L'IMAGINAIRE DES LIEUX DANS LA DIFFUSION DE LA PRATIQUE BALNEAIRE AU SAHEL DE BIZERTE

4.2.1 LA QUALITE PAYSAGERE DIFFUSEE DANS LES MEDIAS: UN FACTEUR ATTRACTIF

En général, les imaginaires sont constitués essentiellement de représentations partagées et nourries par des images matérielles (cartes postales, films, photos,...) ou immatérielles (légendes, livres, articles, discours) [9]. Ces deux catégories, jouent un rôle éminemment important dans un contexte sociétal contemporain où le primat de l'image prévaut. Sans doute, la découverte des lieux emblématiques était limitée autrefois aux artistes, voyageurs ou encore écrivains qui révèlent les atouts paysagers des différents lieux du monde. Actuellement, d'autres occupants propagandistes ont pris la relève: journalistes, chroniqueurs ainsi que les réseaux sociaux qui jouaient un rôle primordial dans la promotion des lieux. Le paysage du Sahel de Bizerte a été évoqué par plusieurs écrivains au cours de leurs voyages.

La référence [10] a décrit minutieusement le paysage de chaque village du Sahel de Bizerte, en insistant sur la fertilité des terres agricoles et la beauté des champs qui entourent les bourgs ruraux en disant que « *...c'est dans la partie du Caïdat de Bizerte, comprise entre Ras-El-Djebel, Rafrat et Porto Farina que l'on rencontre, à coup sûr, les plus beaux jardins de la Tunisie, cultivés par des berbères et des maltais* ». La référence [11] a mis l'accent sur l'empreinte de l'agriculture dans le façonnement du paysage du Sahel de Bizerte. Il le décrit comme étant « *des villages riant, entourés de jardins admirablement cultivés, de vergers luxuriants, de terres labourées. Au centre des terroirs densément occupés, chacun de ces villages s'est spécialisé dans une production déterminée sans pourtant renoncer à la polyculture* ». Pour [12], l'agriculture au Sahel de Bizerte ressemble à « *des jardins irrigués avec l'eau puisée dans les nappes du sous-sol et clos de talus de terres hérissées de figuiers de barbarie* ». Ces différentes images évoquées précédemment par les récits d'auteurs mettent en avant le rôle de l'agriculture dans le façonnement du paysage de la région étudiée.

Le paysage du littoral du Sahel de Bizerte n'est devenu que récemment au centre des productions littéraires. À titre d'exemple, la poète et l'écrivaine [13] originaire de Metline a décrit dans son livre « *les jardins du Nord* » minutieusement les Jwébi: un endroit emblématique située à Cap Zebib qui était peu connu par les Tunisiens hormis les natifs de la région « *...d'immenses bassins rectangulaires, incrustés par la nature en plein dans la montagne et que la mer force inlassablement. Autour des piscines, des rochers énormes, ocre, criblés de trous font penser à de monstrueuses éponges. D'autres au contraire, sont de couleur de plâtre et taillés comme des sabres de Titans. Le paysage ainsi formé est fantastique, insolite presque lunaire* ». S'il est vrai que le public de lecteurs est devenu de plus en plus restreint et que l'iconographie contemporaine a pris une place prépondérante dans la promotion des lieux, il n'en demeure pas moins que ce genre d'écriture picturale est un exemple parmi d'autres qui, non seulement rapproche le lecteur d'un paysage maritime inédit et méconnu mais contribue en même temps à forger l'imaginaire collectif tout en participant à la construction de l'identité locale des différents lieux si peu connus par la population.

L'ensemble des supports iconiques (carte poste, tableaux, publicités, films,...) a toujours contribué à influencer les mœurs des sociétés contemporaines et leur degré d'ancrage dans l'imaginaire collectif et à alimenter constamment les représentations mentales de notre société. Dans cette perspective, l'expérience touristique en Tunisie est très significative en ce qui concerne la nouvelle perception que prend l'environnement littoral. Le tourisme en Tunisie a vu ses prémices grâce à un mouvement de production littéraire. Plusieurs voyageurs ont permis de rapprocher au public européen une image de la Tunisie touristique en

exposant ses atouts paysagers, ses richesses archéologiques et ses folklores. L'image des rivages ensoleillés a été très vendue par les agences de voyages (photographies, cartes postales,) [14]. Une image qui a traduit une nouvelle perception du littoral et un engouement pour la mer autant pour les touristes que pour les Tunisiens. Même, les guides touristiques ont contribué à un brossage des premiers traits du tourisme tunisien. À titre d'exemple, les Guides -Joanne rédigés par Louis Piesse ont permis de créer une assise du tourisme et font émerger un imaginaire touristique par l'exposition des différentes attractions de premiers centres du tourisme en Tunisie.



Fig. 2. Rôle des médias dans la familiarisation de la population tunisienne avec des littoraux inexploités (cas des Jwébi à Cap Zebib).
Source: <https://www.facebook.com/tunisie.promo>

De même pour la villégiature où elle s'est démocratisée progressivement grâce aux photos véhiculées par les médias dans les sites web ou les réseaux sociaux. Ces outils qui n'ont seulement produisent des images qui nourrissent les rêves d'évasion mais fournissent en parallèle des clés d'accès aux lieux encore méconnus. La sensibilité au paysage et au cadre de vie, s'est répandue largement dans la majorité de la société, et a contribué à aménager l'espace et reconfigurer spatialement des lieux qui étaient réservés autrefois à l'agriculture et à la pêche comme le cas du Sahel de Bizerte.

Une fouille dans les réseaux sociaux nous a dévoilé plus de 100 pages sur Facebook qui exposent et valorisent les différents paysages du Sahel de Bizerte, méconnus auparavant, nourries par un nombre illimité de photographies prises du paysage (maritime, agraire, patrimoine historique,...). Ces clichés pris par les internautes eux-mêmes (**Fig. 2. et Fig. 3.**) appuyés par des récits de leur visite ou leur séjour incitent les gens à découvrir les atouts paysagers de cette région. Plusieurs témoignages surtout des habitants locaux confirment que la fréquentation des plages du Sahel de Bizerte a connu une nette augmentation ces vingt dernières années. Cet afflux revient entre autres à la diffusion à travers les réseaux sociaux des expériences des estivants eux-mêmes dans des plages méconnues auprès de la population tunisienne. Même le bouche à oreille (entre amis, entre familles ou sur les réseaux sociaux) a créé la soif d'aller découvrir ces lieux vierges et inexploités.



Fig. 3. Clichés pris par des visiteurs et publiés sur Facebook
(Photo à droite: la plage de Chat Mami à Sounine et celle de gauche: l'île Pilau à Rafraf). Source: www.facebook.com

Un habitant originaire de Cap Zebib qui vit actuellement en France nous a confirmé que « *Facebook est le responsable de flux d'estivants en été* », selon ses propos, « *Cap Zebib était peu connu jusqu'à ce que Facebook a pu révéler sa beauté cachée au public, comme par exemple le site de Jwébi* », un endroit qui n'était connu que par les habitants locaux.

4.2.2 LE PAYSAGE MARITIME A L'ORIGINE DE L'URBANISATION BALNEAIRE DU LITTORAL DU SAHEL DE BIZERTE

La question du rôle du paysage dans l'urbanisation des littoraux paraît primordiale dans le développement des territoires. La référence [15] mentionne que « *les régions côtières attirent d'abord par l'originalité de leur paysage* ». Certes, la singularité de l'espace littoral, fait de lui un lieu qui n'est pas urbanisé comme le sont d'autres parties de la surface de la terre. C'est pour cette raison que, les formes de sa mise en valeur - dont l'urbanisation est le marqueur le plus évident - sont liées à des caractéristiques qui lui sont propres. Le rivage, valeur exceptionnelle du double point de vue de l'écologie et de la psychologie, se trouve soumis, en raison même de l'attraction qu'il exerce, à une non moins exceptionnelle pression pour être partout construit. La sensibilité au paysage et au cadre de vie, qui s'est répandu largement dans la majorité de la société contemporaine contribuent à reconfigurer spatialement les lieux. Dans ce contexte, l'ouvrage « *cognition and environment: functioning in an uncertain world* » [16] reprend plusieurs travaux préalablement menés et identifie également la place de la nature dans les préférences individuelles, en s'intéressant au contenu et aux configurations spatiales de différentes scènes paysagères. Ce goût pour la nature et les paysages remarquables est une des raisons qui expliquent le développement de l'urbanisation en périphérie des villes et surtout sur les côtes ainsi que dans la campagne. Dans cette perspective, le littoral apparaît comme une composante paysagère dont l'analyse est incontournable. Voir la mer constitue en effet une expérience sensible fondamentale en région côtière, expérience dont le goût est très largement partagé.

En se basant sur les discours des résidents secondaires, nous avons essayé de réquisitionner le regard de ces nouveaux habitants vers le paysage maritime au Sahel de Bizerte. Il semble bien que l'une des causes essentielles de l'engouement généralisé pour les séjours à la plage tient à la sensibilité que procurent les résidents secondaires au paysage maritime. Les enquêtes par questionnaire auprès de 15 résidents secondaires révèlent que la contemplation de la mer reste une expérience sensorielle intense. La majorité des enquêtés possèdent des demeures principales au Grand Tunis (Manouba, Ariana, Tunis, Ben Arous). Ces citoyens, confrontés à l'artificialisation de leur milieu de vie subissent quotidiennement le stress de la ville (embouteillage, nuisance sonore, pollution,) et la promiscuité citadine. L'imaginaire évoqué par le paysage du littoral apparaît comme un antidote à la ville. Pour eux c'est le premier élément discriminant. La vue sur mer est une sorte de toile de fond, un élément à admirer depuis la terrasse de leurs jardins.



Fig. 4. *Densification de la côte à la recherche du paysage maritime (La région de Rafraf plage), 2018. Source: rafrafplage.com)*

L'orientation des maisons vers le littoral tournée le dos à l'espace agricole ou la forêt témoignent du rôle de la mer dans les motifs de choix (**Fig. 4.**). Les résidents secondaires atteignent même les sommets des montagnes pour qu'aucune maison qui pourrait être implantée ultérieurement ne gâche la vue. La deuxième catégorie, celle des estivants qui semblent vivre un contact dynamique avec la mer, développe un rapport charnel à cet espace. En réalité, deux types d'estivants se ruent vers les plages du Sahel de Bizerte. Le premier celui qui migre pour une sédentarisation variant de 15 jours à 3 mois, le deuxième

concerne la majorité des estivants: ceux qui arrivent le matin et repartent l'après-midi du même jour surtout le week-end. Cette population non permanente représente en soi un poids démographique qui a encouragé le secteur locatif dans le Sahel de Bizerte. Considéré comme une résultante de l'arrivée massive des estivants au Sahel de Bizerte, il est un secteur très dynamique, monopolisé essentiellement par les habitants locaux. La distance à la mer ainsi que la qualité paysagère qu'offre le site est un enjeu primordial dans la fixation du tarif de location.

4.3 LA CONSCIENCE COLLECTIVE DE LA VALEUR DU LITTORAL

À l'image de plusieurs villes et villages côtiers, le Sahel de Bizerte a longtemps gardé une distance par rapport à la mer et les terres qui forment la bande littorale avaient une valeur agricole ou foncière médiocre. Actuellement, le littoral du Sahel de Bizerte est devenu l'objet d'une occupation saisonnière. [7] mentionne « *qu'une ère nouvelle semble s'annoncer dans l'occupation et l'aménagement des littoraux avec la recherche des paysages pittoresques et des vues imprenables* ». La vue dans notre région est très prisée, elle impacte la valeur vénale des biens fonciers et immobiliers. Actuellement, le prix du m² s'élève à chaque mètre près de la mer. Ces aménités paysagères tant recherchées par les résidents secondaires que les estivants constituent des paramètres qui influent énormément sur la géographie des prix fonciers et immobiliers ainsi que la distribution spatiale des individus [17].

Tableau 1. Distance des agglomérations du Sahel de Bizerte par rapport à la mer au milieu du vingtième siècle (en km et à vol d'oiseau). Source: Oueslati Ameur, 2004

Agglomération	Metline	Beni Atta	Ras Jebel	Rafraf	Ghar El Melh
Distance par rapport au bord de la mer	2,500	1,500	2,100	2,250	5,500

Au total, cinquante annonces ont été trouvées sur le site (année 2021) (www.annonces-tunisie.net) pour la mise en vente des terrains situés au Sahel de Bizerte. Nous avons choisi vingt annonces pour des terrains situés dans la délégation de Ras Djebel. Notre but était de détecter quel aura l'impact du paysage qu'offrent ces terrains à vendre (ouverture du paysage, distance par rapport à la mer, la verdure, présence de l'agriculture aux environs...) sur la fixation des prix ? Quelles seront les stratégies adoptées par les propriétaires pour inciter les gens à s'investir dans un tel endroit ? Il en ressort des résultats que le prix du m² augmente tout en se rapprochant du rivage atteignant les 1000dt/m² à Rafraf plage ou au bord de la mer à Ras Djebel (Ain Charchara), pour diminuer ensuite vers les 200dt à 400m de la plage¹. La méthode adoptée par le propriétaire pour inciter le client à acheter son terrain débute par l'énumération des qualités paysagères de l'environnement du lot à vendre. La plupart des termes employés appartiennent au champ lexical du paysage. « *Vue sur mer, plage vierge, montagne, forêt, vue panoramique, calme, tranquillité* » sont les mots les plus pertinents saisis dans les annonces.

Tableau 2. Les éléments paysagers employés par les propriétaires des terrains à vendre à Ras Djebel

Les éléments paysagers employés par les propriétaires	Occurrence d'emploi
Mer (vue sur mer, près de la mer, plage vierge)	55%
Montagne	25%
Forêt	20%

Il en ressort de l'analyse des récits descriptifs des terrains à vendre que le lexique autour de la mer occupe la première place avec 55% du total des mots employés par les propriétaires. Ces derniers mettent en avant le paysage maritime ou l'emplacement du terrain par rapport à la mer pour caractériser le paysage constitutif de l'entourage ou du champ visuel offert. Les deux autres entités paysagères à savoir la montagne et la forêt ont été employées également lors des descriptions et l'ambiance qu'elles dégageaient comme: la quiétude, le calme, la verdure. La vue sur la mer a été mise en avant par une mention en incluant un adjectif (splendide, panoramique, beau,) éventuellement rehaussé par une photographie montrant l'ouverture de la vue sur le paysage du littoral ainsi que la présence de l'île Pilau; un point d'appel paysager qui oriente le regard vers la mer et constitue un repère fort (**Fig. 5.**) qui rompt la monotonie de l'étendue de la mer.

¹ Un calcul a été fait pour estimer le prix du m² (prix du terrain/surface), une comparaison a été réalisée entre le prix du mètre carré des terrains selon leur distance par rapport à la mer mentionnée dans les différentes publications.



Fig. 5. Des clichés pris par les propriétaires des terrains basés sur la qualité paysagère offerte (la région de Rafruf).
Source: tunisie-annonce.com

Les propriétaires des terrains sont totalement conscients de l'impact des aménités paysagères sur le pouvoir d'achat des terrains ainsi que sur le prix du m². Autrement dit, le fait d'exposer les atouts paysagers du cadre offert par le terrain, influe considérablement sur le prix d'achat et la qualité du paysage vu de chez soi est un agrément recherché qui se paie au prix fort. Ce texte est un extrait d'une annonce d'un propriétaire, décrivant le paysage environnant de son terrain mise à la vente « à environ 3 minutes à pied de la mer de l'une des plus belles plages de la Tunisie, dans un environnement calme et boisé agréable terrain de 753 m² offre une vue dominante sur montagne verte et sur l'eau dominé par l'île Pilau donnant toujours l'envie à la baignade. Situation idéale pour les clients qui souhaitent développer une villa ou des appartements et profiter de cet endroit de rêve, de couleurs et de tranquillité. Un point de repère sur la carte des gens qui ont le savoir vivre, un tableau vif où vous pouvez vous promener, vous relaxer et ressourcer... ». Notre zone d'étude bénéficie d'un nouveau marché immobilier ou foncier achète et de vends des vues et des « points de vue » pour voir le paysage du littoral. Pourra-t-on dorénavant discuter d'une demande paysagère de plus en plus accrue même si elle n'est pas directement observée sur le marché ?

4.4 INEGALITES RESIDENTIELLES: FRUIT DU RAPPORT AVEC LE PAYSAGE LITTORAL

Depuis quelques décennies, notre zone d'étude assiste à une extension urbaine de ces noyaux villageois (**Fig. 5. et Fig. 6.**) et à une naissance des quartiers à caractères résidentiels dispersés le long de la côte. Actuellement, c'est elles qui redessinent un nouveau visage urbain côtier alors que les anciens noyaux villageois se trouvent en retrait.

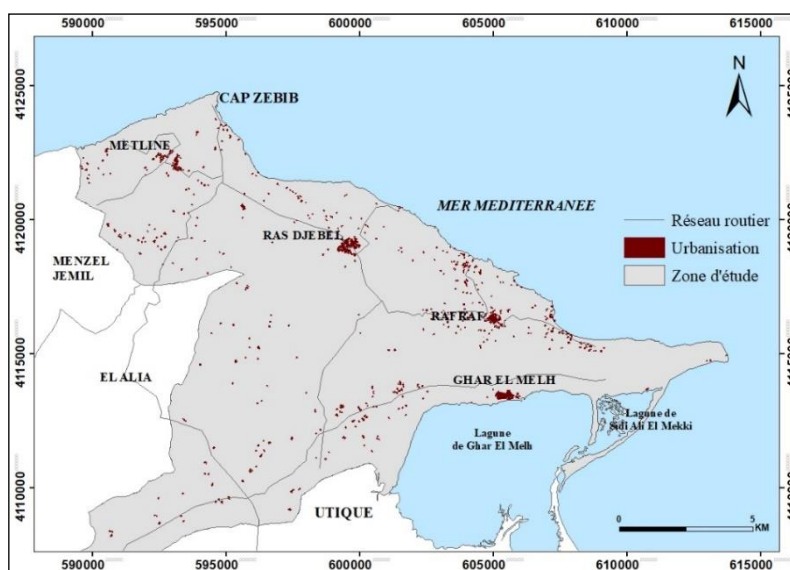


Fig. 6. Le paysage urbain du Sahel de Bizerte dans les années 1950. Source: Carte élaborée à partir des feuilles topographiques au 1/50000 ((Feuille N°III, METLINE; Feuille N°VII, PORTO FARINA), 1950, OTC.)

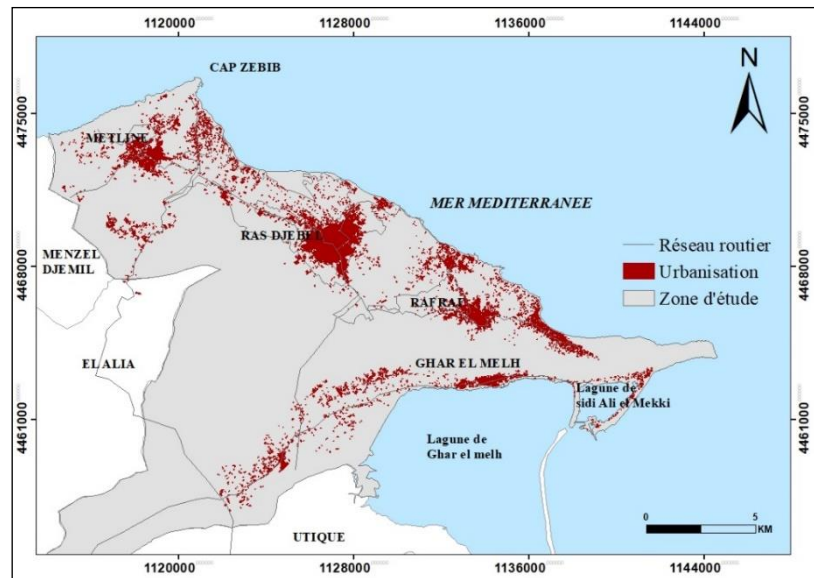


Fig. 7. Le paysage urbain du Sahel de Bizerte en 2021. Source: Carte élaborée à partir d'extraits d'images Google Earth © 2021

Ce nouveau rapport à la mer « dessine l'échelle de valeurs des résidences et de la répartition sociale des habitants [18] ». Les différentes extensions urbaines hiérarchisées socialement dans la plupart des quartiers sont en fonction de leur éloignement à la mer. En d'autres termes, le prix d'acquisition d'un lopin de terre au bord de la mer constitue un vecteur d'exclusion des catégories populaires de certains quartiers et la sélection d'une clientèle aisée massée sur ses bords. En observant la région du Sahel de Bizerte, on remarque le long du littoral, des maisons de haut standing qui parsèment le rivage. À mesure qu'on s'éloigne vers l'arrière-pays, la qualité des maisons se décline. Cette inégalité prend de l'ampleur avec l'évolution spectaculaire du prix du foncier remarqué sur le littoral du Sahel de Bizerte. Celle-ci souligne un contexte foncier tendu (dû à une forte demande certes mais à une diminution de l'espace disponible) qui a pour conséquence l'éviction de la tranche des populations la plus modeste. Nous sommes bien en présence d'une ségrégation sociale et intergénérationnelle. Les quartiers comme Dhaher Ayed, Cap Zebib, Ain Charchara sont possédés par une catégorie sociale aisée venant de la capitale. Si la vue sur mer est considérée comme un facteur clé de l'organisation de l'espace côtier [19], l'accès physique à la plage est un des facteurs qui détermine également la valeur des biens immobiliers et modèle ainsi les logiques de localisation des ménages selon le niveau des revenus.

4.5 LA VILLEGIATURE BALNEAIRE RYTHME LE LITTORAL DU SAHEL DE BIZERTE

Dans chaque espace géographique, il y'a des temporalités multiples et discontinues qui l'anime. Les durées variables des structures spatiales, les événements spatiaux, les phases de transition territoriale et les phénomènes de résilience contribuent au changement spatial [20]. Dans notre territoire, c'est la saisonnalité littorale qui anime le territoire et ce dernier obéit au fonctionnement d'un système rythmique saisonnier et quotidien singulier. Même les structures spatiales de villégiature ou de résidences secondaires possèdent leur propre périodisation avec un rythme bien défini. Ils s'articulent d'une certaine façon avec d'autres structures tels que les restaurants au bord de la plage, les parasols implantés tout le long de la côte et ceci pour produire un espace. Rythmes et durées de séjours au Sahel de Bizerte produisent ce qu'on appelle une « chorégraphie de coexistences [21] ».

Le fait balnéaire est caractérisé essentiellement par une mobilité importante de populations qui prend l'allure de migrations saisonnières. Ce phénomène est remarquable dans la région de Ghar El Melh et plus précisément la plage de Sidi Ali El Mekki. Cette zone est devenue parmi les régions les plus réputées en Tunisie pour passer les vacances d'été ou aller en week-end pour profiter de la mer. « C'est une véritable marée urbaine qui contient des moments réguliers de flux et de reflux, ses amplitudes et ses creuses [22] ». Évidemment, cette mobilité d'agrément est soumise à de multiples oscillations. Des rites sont apparus auxquels s'adaptent les estivants ainsi que la population locale. Le mois d'août est le mois balnéaire par excellence à part le mois de juin et juillet. Le reste de l'année, les petites villes du Sahel de Bizerte ressemblent à « des villes fantômes ». Entre la période de l'été et la période calme de l'hiver, le mouvement balnéaire est un phénomène fugitif qui se renouvelle chaque année.

5 CONCLUSION

L'actuelle quête du paysage côtier et l'omnipotence de l'image nous semble être autant de circonstances favorables à l'attractivité côtière et par conséquent au développement de la pratique de la villégiature balnéaire sur le littoral du Sahel de Bizerte. La concentration résidentielle à Chatt Mami, Sidi Ali El mekki, Aïn Mestir et bien d'autres plages en est une illustration importante. La région du Sahel de Bizerte a apporté aux citoyens désireux de rompre avec leur quotidien comme avec certaines règles sociales un cadre naturel mythique qui répond parfaitement à leur aspiration. S'il s'agit de motivations contemplatives, d'activité de loisirs ou d'un simple refuge dans la nature, le paysage du littoral est au cœur des choix opérés par ces villégiateurs dans leurs destinations, un choix dicté par une vision utopique d'un rivage imaginé et médiatisé. Il a même contribué dans le façonnement de nouveaux quartiers résidentiels au bord de l'eau. Néanmoins, cette concentration côtière n'est pas sans conséquence néfaste, l'agriculture littorale est en train de régresser et les anciens noyaux sont en train de perdre leur identité, leur repère et leur logique dans une dynamique urbaine. À moyen terme, le littoral du Sahel de Bizerte risque de tomber dans la mono fonctionnalité et la spécialisation des espaces urbanisés caractérisés par des logements balnéaires. Une activité qui dure au maximum trois mois durant toute l'année pourra appauvrir le territoire sur lequel elle s'incarne et bloque toute velléité d'initiative, ce qui met en évidence la nécessité d'un aménagement et d'un contrôle urgent.

REFERENCES

- [1] P. Coline, P. Donadieu et M. Périgord, *Clés pour le paysage*, « Méditerranée », no.107, p. 112, 2006.
- [2] A. Roger, *Court traité du paysage*. Collection Sciences humaines, Gallimard, Paris, 1997.
- [3] A. Roger, Nus et paysages essais sur la fonction de l'art. Aubier, 2001.
- [4] J. Revault, « Palais et résidences d'été de la région de Tunis (XVIe-XIXe siècles) », *Études d'antiquités Africaines, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique*, no.1, Paris, 448 p, 1974.
- [5] De Thevenot, Supplices en Egypte, à Tunis et en Turquie. Université de Gand, 1665.
- [6] J.A. Peyssonnel, *Voyages dans les régences de Tunis et d'Alger*. vol. 1, vol. 2, librairie de Gide, Paris, 1838.
- [7] A. Oueslati, Littoral et aménagement en Tunisie: des enseignements de l'expérience du vingtième siècle et de l'approche géorachéologique à l'enquête prospective. Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales, 2004.
- [8] S. Zaïer, H. Rejeb et P. Donadieu, « Évolution des modèles d'implantations de la villégiature sur le littoral Tunisois », *Projet de paysage*, no. 8, 2012.
- [9] A. Bonniot, Imaginaire des lieux et attractivité des territoires: une entrée par le tourisme littéraire: Maison d'écrivain, routes et sentiers littéraires. Thèse de doctorat en géographie, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2016.
- [10] E. Violard, La Tunisie du Nord, les contrôles civils de Souk/el-Arba, Béja, Tunis, Bizerte et Grombalia. Rapport à Mr. le résident général S. Pichon. Impr. moderne J. Orliac. 1906.
- [11] L. Valensi, Fellahs tunisiens: l'économie rurale et la vie des campagnes aux 18e et 19e siècles. Mouton, Paris, la Haye, 1977.
- [12] V. Guérin, *Voyage archéologique dans la Régence de Tunis*. T.2, (Ed 1862), Hachette livre, 2012.
- [13] S. Guellouz, *Les jardins du Nord*. Edition Salambô, 1986.
- [14] J.-M. Miossec, « L'espace touristique et son insertion régionale: l'exemple de la Tunisie », *Travaux de l'Institut Géographique de Reims*, no. 13-14, pp. 53-63, 1973.
- [15] G. Hugonnie, A. Miossec, « Les littoraux entre nature et aménagement », *L'information géographique*, vol. 62, no.3, pp. 140-141, 1998.
- [16] S. Kaplan, R. Kaplan, *Cognition and Environment: Functioning in an Uncertain World*. Ulrichs Books, 1989.
- [17] J. Luttik « The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands », *Landscape and Urban Planning*, no. 48, pp. 161- 167, 2000.
- [18] Deboudt, *Inégalités écologiques, territoires littoraux et développement durable*. Collection environnement et société, Presses Universitaires du Septentrion, 2010.
- [19] J.M. Furt, C. Tafani, *Tourisme et insularité. La littoralité en question (s)*. KHARTALA Editions, 2014.
- [20] B. Elissade « Géographie, temps et changement spatial », *L'espace géographique*, pp. 224- 236.
- [21] A. PRED, « The choreography of Existence: Comments on hägerstrand's Time-Geography and Its Usefulness », *Economic Geography*, no. 53, pp. 207-221, 1977.
- [22] A. PRED, « The choreography of Existence: Comments on hägerstrand's Time-Geography and Its Usefulness », *Economic Geography*, no. 53, pp. 207-221, 1977.
- [23] A. Bouhier « La fonction balnéaire et le tourisme sur la côte vendéenne, les Sables-d'Olonne à l'anse d'Aiguillon », *Noroi*, no.10, pp. 163- 190, 1956.

The mammalian fauna of the salt licks in the savanna zone of Mont Sangbé National Park, western Côte d'Ivoire

Boris Gagbe Gagbe¹, Célestin Yao Kouakou¹⁻², Prince Dégné Vale¹⁻², Alex Ange Beda³, Wa Kassi N'Guessan Dawy Assui¹⁻³, Moïse Zannou³, Adama Tondossama³, and Jean-Claude Koffi Bene¹

¹Unité de Formation et Recherches en Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte-d'Ivoire

²Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Office Ivoirien des Parcs et Réserves, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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: Medium and large-sized mammals worldwide are facing a critical survival challenge due to human activities. In Mont Sangbé National Park (MSNP) in western Côte d'Ivoire, medium and large-sized mammals are frequently sighted in the natural salt licks of the savanna zone, yet there is limited knowledge regarding this fauna. This study seeks to assess the diversity of mammals in the park's natural salt licks and evaluate potential threats posed by human activities. We employed camera trapping and reconnaissance walks at these natural salt licks to collect data. During reconnaissance walks, 58 signs of medium and large mammals were observed, including feces, footprints, feeding remnants et burrows. A total of 19 species of medium and large-sized mammals, distributed across six (06) orders and 11 families, were identified. Among these species, six (06) were directly observed during reconnaissance walks, and 16 were observed with camera traps. Fifteen of the observed species are classified as least concerned, one is near threatened and three are vulnerable according to the International Union for Conservation of Nature. Furthermore, we documented evidence of human activities near the salt licks, underscoring significant anthropogenic threats to these species. Comprehensive research covering all MSNP natural salt licks and accounting for seasonal variations is essential for gaining a deeper understanding of the ecology of mammals frequenting these areas and ensuring their preservation.

KEYWORDS: Salt lick mammal, Specific Diversity, anthropogenic threat, Mont Sangbé National Park, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

The escalating human demand for its well-being has significantly intensified the pressure on natural habitats, subjecting them to various anthropogenic activities, including extensive agriculture, logging, mining and industrialization ([1], [2]). Many animal species face the threat of extinction due to these human activities, depleting natural resources [3], with the potential to lead to a sixth mass extinction if left unaddressed ([4], [5]). This fauna biodiversity threat is exacerbated by the rampant practice of illegal hunting, which spares not even protected areas, particularly in Africa [6].

In Côte d'Ivoire, illegal hunting is observed within the network of protected areas ([7], [8]). Poachers in this country often employ rudimentary or traditional traps and weapons, with a particular focus on large animals that are relatively easy to target. This is especially true for medium and large mammals, which are easily detectable due to their body size and are highly sought after by local populations [9]. This situation significantly escalates the threat to the medium and large-sized mammals of Côte d'Ivoire. It is, therefore, crucial to take action to ensure the conservation of these animal species, which are now subjected to trafficking in the country.

Despite experiencing a drastic loss of its forest cover over the last six decades ([10], [11]), protected areas in Côte d'Ivoire harbor a significant biodiversity. This is notably true for Mont Sangbé National Park (MSNP), which, due to its unique location

in a mountainous region with both forest and savanna ecosystems, including salt licks, hosts an exceptional fauna likely thanks to its habitat diversity [12], [13]. Indeed, the salt licks in the savanna zone are frequented by medium and large-sized mammals from the MSNP, possibly for mineral supplementation, especially salt [14]. However according to the Ivorian Office of Park and Reserves (2016 unpublished), most of the salt licks in the MSNP are situated in the savanna zone from the northern areas of the park where, to our knowledge, there is a lack of information regarding the fauna present or the anthropogenic activities taking place. Acquiring this information would be an asset in defining an effective management strategy for the MSNP and the conservation of the animal species residing there. Therefore, this study aims to enhance our understanding of the mammalian fauna in the MSNP and the anthropogenic threats these animals encounter.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY SITE

This study was conducted around five salt licks located in the savanna zone to the north of the MSNP (Figure 1). The MSNP is situated in western Côte d'Ivoire between latitudes 7°51' and 8°10' North and longitudes 7°03' and 7°23' West, covering an area of 97,000 hectares [12]. This park lies in a transitional zone between subequatorial and tropical climates, marked by the transition from a bimodal rainfall pattern (two rainy seasons) to a unimodal pattern (one rainy season). The rainy season spans from April to October, with the heaviest rainfall occurring in September. The extended dry season lasts for five to six months and is characterized by two to three months of harmattan winds. The Mont Sangbé region also features an average annual temperature of 25°C, with local variations related to altitude. The average annual rainfall is approximately 1200mm, with a mean annual relative humidity of 75% (Ivorian Office of Park and Reserves 2014 unpublished). The park's vegetation consists mainly of forest habitats, represented by forest islands and the Sassandra gallery forest. These habitats are associated with a semi-deciduous humid forest and savanna portions characterized by woody stands and a shrub layer. The unique habitat offered by the MSNP attracts a diverse range of animal species, including mammals, birds, and reptiles (Ivorian Office of Park and Reserves 2000, 2014 unpublished).

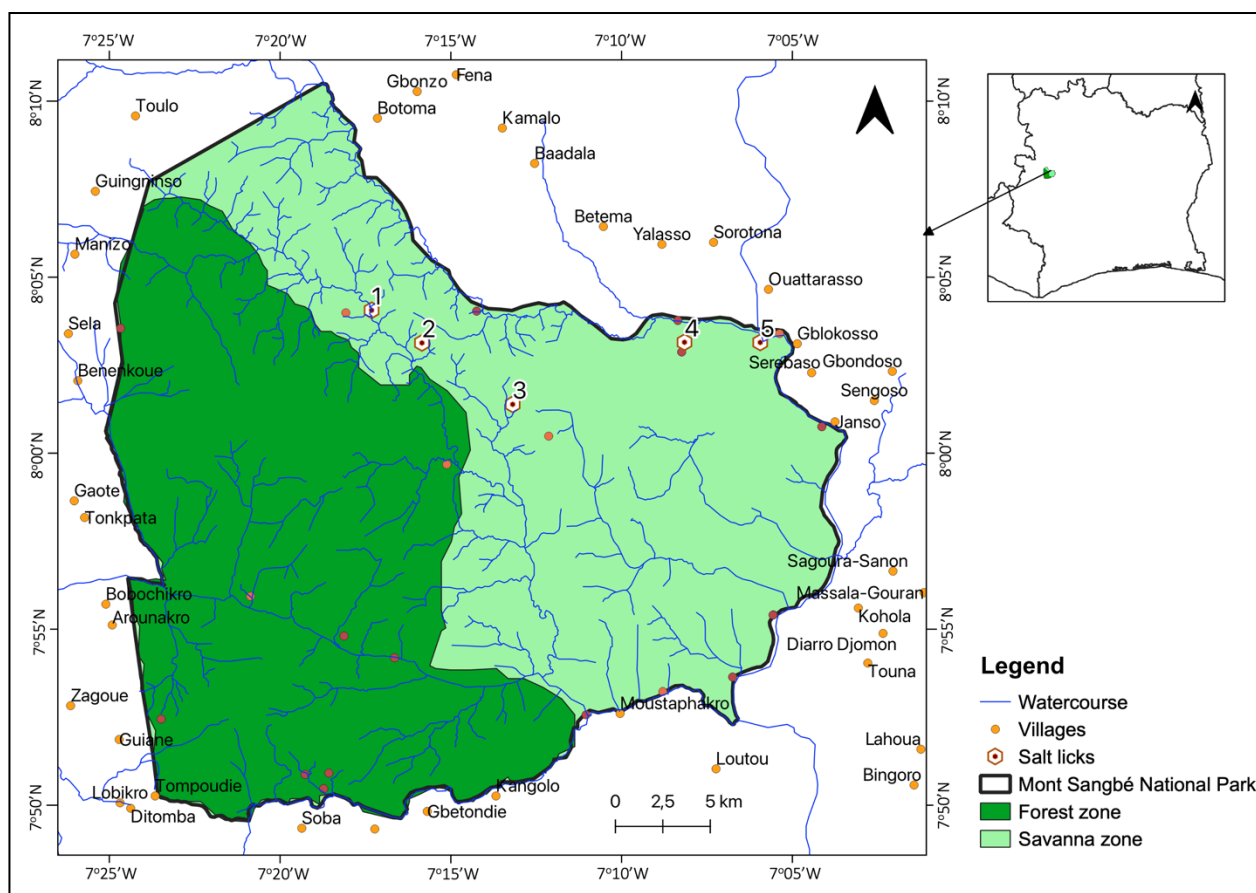


Fig. 1. Localization of the study area

2.2 DATA COLLECTION

The study was conducted during the dry season from December 2019 to February 2020 in five salt licks located in the savanna zone of MSNP (Figure 1), which is known for having a higher number of salt licks according to the Ivorian Office of Park and Reserves (2018 unpublished). The selected salt licks were chosen based on their size (greater than 50m²) and accessibility (approximately 4 km between consecutive sites with established tracks). Medium-sized mammals were defined as those weighing between 1 and 15 kg, except for mongooses, which can sometimes weigh less. Species weighing more than 15 kg were categorized as large mammals [15].

2.2.1 RECONNAISSANCE WALKS

During the reconnaissance walks (recce surveys), we followed pre-determined routes while deviating less than 40 degrees to deviate obstacles and utilizing paths of least resistance to navigate in the study area more swiftly and cover a larger area in a shorter timeframe while minimizing our environmental impact [16]. The recce method was chosen over line transects, as it is better suited for challenging and inaccessible environments, as suggested by some authors ([16], [17]). Accompanied by a local guide during the recce surveys, we actively searched for animals and their signs of presence, as well as traces of human activities, typically within an average radius of 100 meters around the salt licks, following straight lines. For each animal sign observation, we meticulously recorded geographical coordinates, the type of sign (vocalization, droppings, tracks, etc.), the quantity of signs, the distance covered, and the name of the observed animal species. Additionally, certain signs of animal presence and human activity were collected or photographed to facilitate a more in-depth identification process.

2.2.2 CAMERA TRAPPING

Fourteen camera traps were installed to capture both diurnal and nocturnal animals, with the purpose of observing rare and cryptic species ([6], [18]). To maximize the field of view at each salt lick and increase the chances of capturing visiting animals, we strategically placed two camera traps per salt lick. These camera traps were positioned approximately 50 cm above the ground, pointing either north or south to minimize the impact of direct sunlight. Potential obstacles were cleared to enhance visibility and prevent false triggers caused by moving branches or leaves. Two consecutive trapping phases, each without interruption, were conducted at each site. The initial phase lasted for three weeks after the camera traps were set up, covering all five salt licks sampled in this study. This phase allowed us to identify the salt licks most frequented by animals for the second trapping phase, which took place at salt licks S1, S2, and S5, lasting for an additional three weeks. The camera traps were set in video mode (hybrid) with recording sequences of one minute (60 seconds) each, separated by 30-second intervals. To determine the operational duration of the camera traps, we meticulously recorded the time and date of each camera's installation at the site.

2.3 DATA ANALYSIS

We calculated the Shannon diversity index (H) to assess the diversity of medium and large mammals on the salt licks and Pielou's equity index (E) to evaluate the level of dominance of these species using the software PAST (version 3.10).

The Shannon diversity index, ranging from values 0 to 5, was calculated using the following formula:

$$H = -\sum p_i \times \log(p_i)$$

Where p_i represents the relative abundance of species

The equity index, which varies between 0 (dominance of a single species) and 1 (even distribution of individuals among species), was calculated using the following formula:

$$E = H' / \log(S)$$

Where H is the Shannon diversity index

S represents species richness

We identified the species captured by camera trapping and confirmed the identification of the observed species using the illustrated Guide to the Mammals of Africa of Kingdon (1995). The videos and images from the camera traps were collected

and organized, excluding negative captures, which were those that did not show any animal species, or displayed species that were difficult to identify, or showed species other than mammals. A capture was considered positive when the captured animal species was clearly identifiable as a mammal.

3 RESULTS

During the reconnaissance walks, a total of 58 signs of medium and large mammals were observed, including feces, footprints, feeding remnants, or burrows. Among these, six species were clearly identified. These identified species include traces and direct observation of the African forest buffalo (*Syncerus caffer nanus*), the hartebeest (*Alcelaphus buselaphus*), the defassa waterbuck (*Kobus defassa*), the spotted hyena (*Crocuta crocuta*), the bushpig (*Potamochoerus porcus*) and the aardvark (*Orycteropus afer*) (Table 1). The other observed signs of animal presence did not allow us to identify them at the species level but could potentially be signs of species such as duikers or medium carnivores like mongooses or servals.

From the camera traps, we identified five species of medium-sized mammals (Figure 2): the Gambian mongoose (*Mungos gambianus*), the marsh mongoose (*Atilax paludinosus*), the Crested Porcupine (*Hystrix cristata*), the patas monkey (*Erythrocebus patas*), and the green monkey (*Cercopithecus aethiops sabaeus*). Out of the 333 positive captures from the camera traps, 27 were captures of medium-sized mammals, accounting for 7.5% of the captures. The Cercopithecidae family was the most frequently captured with 11 captures, followed by the Hystricidae family with 4 captures (Table 1). In total, we identified ten species of medium-sized mammals from both the reconnaissance walks and camera trapping, distributed evenly across salt licks S1, S2, S3, and S5 (Figure 3).

Almost 95% of the positive videos, specifically 315 out of 333, featured captures of large mammals. These camera trap captures allowed us to identify 11 species of large mammals (Figure 4). These species include the Leopard (*Panthera pardus*), Olive Baboon (*Papio anubis*), Bushbuck (*Tragelaphus scriptus*), Common Eland (*Hippotragus equinus koba*), Hartebeest (*Alcelaphus buselaphus major*), Buffon's Kob (*Kobus kob*), Defassa Waterbuck (*Kobus defassa unctuosus*), Yellow-backed Duiker (*Cephalophus sivicultror*), Common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*), Warthog (*Phacochoerus africanus*), and Bushpig (*Potamochoerus porcus*). The Bovidae and Cercopithecidae families were the most represented on the study site, with 258 captures for Bovidae and 46 captures for Cercopithecidae by the camera traps (Table 1). The Felidae family was the least represented, with only 2 captures. In total we identified 13 species of large-sized mammals through reconnaissance walks and camera trapping, distributed evenly across salt licks S1, S2, S3, and S5, with a single species observed in the salt lick S4 (Figure 5). The specific diversity of medium and large mammals in the sampled salt licks was relatively low ($H' = 1.54$). Additionally, no species demonstrated dominance among the salt licks ($E = 0.83$).

During the reconnaissance walks, various signs of human activities were documented in the vicinity of the salt licks. These signs included cooked food remnants, hearth traces for cooking, and remnants of bushfires.

4 DISCUSSION

The study has provided valuable insights into the diversity of medium and large-sized mammals on the salt lick sites in the savanna zone of MSNP, based on data obtained from reconnaissance walks and camera trapping. The results have revealed that these salt lick sites harbor a wide array of medium and large sized mammals, ranging from species as small as mongooses to larger mammals like leopards and hippos, including both diurnal, nocturnal, and cathemeral species. The presence of such a diverse array of animal species on these salt licks can be justified by the fact that salt licks are areas that naturally attract wildlife and can even be considered as hotspots in their own right ([19] – [21]). Our observation of the African forest buffalo in the savannah zone might illustrates the attraction that salt lick exert on wild animals. However, this may be a coincidence, given that we only had one direct observation.

The allure that salt licks hold for wild animals, particularly mammals, has also been confirmed through the installation of artificial salt licks in protected areas in Malaysia [22]. Among the mammals, certain species are very frequently observed on the salt lick sites, especially herbivorous ungulates and primates. These herbivorous species regularly visit the salt lick areas in search of salt to supplement their daily plant-based diet ([14], [23]).

The frequent observation of primate and ungulate species, represented by the Cercopithecidae and Bovidae families, respectively, on our study site can be attributed to the attraction of these salt licks to these animals. Nevertheless, despite the diversity of medium and large-sized mammals, we have determined a relatively low diversity index and an absence of species dominance. These findings may be explained by the relatively small size of the sampling site and the relatively short duration of the study, which only covered the dry season. These results provide a foundation for guiding more comprehensive, long-term studies of these salt licks. Given that seasonal variations can influence the utilization of salt licks by animal species, it

would be beneficial to expand this study to cover all seasons of the year to gain a more comprehensive understanding of the mammalian fauna frequenting the salt licks in the savanna zone of MSNP [24].

Despite the relatively short study period, the presence of signs of anthropogenic activities near some salt licks, such as remnants of food cooked over a fire, hearth traces from cooking, and remnants of bushfires, has been observed. These indicators suggest the presence of poachers around the salt licks, which have been repeatedly proven as high-activity zones for wildlife ([19] – [21]). Poachers are attracted to hotspots within protected areas ([25], [26]) where the congregation of animals makes them easy prey. Consequently, these activities can have a detrimental impact on local wildlife by disrupting natural habitats, as hunting ranks among the most destructive factors for biodiversity survival ([27], [28]). It is, therefore, crucial to consider the potential presence of poachers at salt lick sites, as observed in our study, for the management and conservation of MSNP's wildlife. Given that there are mammal species that visit the salt licks both day and night, steps should be taken by the park's authorities to address the threat of poaching at any time of the day.

Table 1. Specific diversity of medium and large sized mammals on the salt lick of the MSNP

	Order	Family	Species		Number of observation		UICN red list (2023)
			Common name	Scientific Name	Camera trapping (Individual)	Recce* (sign)	
Medium-sized mammals	Carnivora	Viverridae	Gambian mongoose	<i>Mungos gambianus</i>	1	1	LC
			Marsh mongoose	<i>Alliax paludinosus</i>	1	0	LC
		Felidae	Serval	<i>Leptailurus serval</i>	0	1	LC
		Hystricidae	Crested porcupine	<i>Hystrix cristata</i>	5	6	LC
	Rodentia	Thryonomyidae	Greater Cane Rat	<i>Thryonomys swinderianus</i>	0	1	LC
			Patas monkey	<i>Erythrocebus patas</i>	6	0	LC
	Primates	Cercopithecidae	Green monkey	<i>Cercopithecus aethiops</i>	5	0	LC
			Artiodactyla	Bovidae	Red-flanked duiker	<i>Cephalophus rufilatus</i>	0
	Lagomorpha	Leporidae	Africa savanna hare	<i>Lepus victoriae</i>	0	1	LC
	Tubulidentata	Orycteropodidae	Aardvark	<i>Orycteropus afer</i>	0	1 [#]	LC
Large mammals	Carnivora	Canidae	Spotted hyena	<i>Crocota crocuta</i>	0	1 [#]	LC
		Felidae	Leopard	<i>Panthera pardus</i>	2	0	VU
	Primates	Cercopithecidae	Olive aboon	<i>Papio anubis</i>	46	0	LC
			Hartebeest	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	1	7 [#]	LC
			Kob	<i>Kobus kob</i>	19	2	LC
			Defassa waterbuck	<i>Kobus defassa</i>	23	13 [#]	NT
		Bovidae	Yellow-backed duiker	<i>Cephalophus silvicultor</i>	2	0	LC
			Bushbuck	<i>Tragelaphus scriptus</i>	197	3	LC
			Roan antelope	<i>Hippotragus equinus</i>	16	0	VU
		Artiodactyla	Buffalo	<i>Syncerus caffer</i>	0	1 [#]	LC
			Hippopotamidae	Common hippopotamus	<i>Hippopotamus amphibius</i>	1	4
	Suidae	Warthog	<i>Phacochoerus africanus</i>	3	1	LC	
		Bushpig	<i>Potamochoerus porcus</i>	5	15 [#]	LC	

LC, least concern; NT, near threatened; VU, vulnerable;

*The identification of species presence indicators during recce remains subjective; precision is achieved at the family level;

[#]Clearly identified species.



Fig. 2. Camera trap pictures of four medium-sized mammal species clearly identified in the salt licks of the MSNP

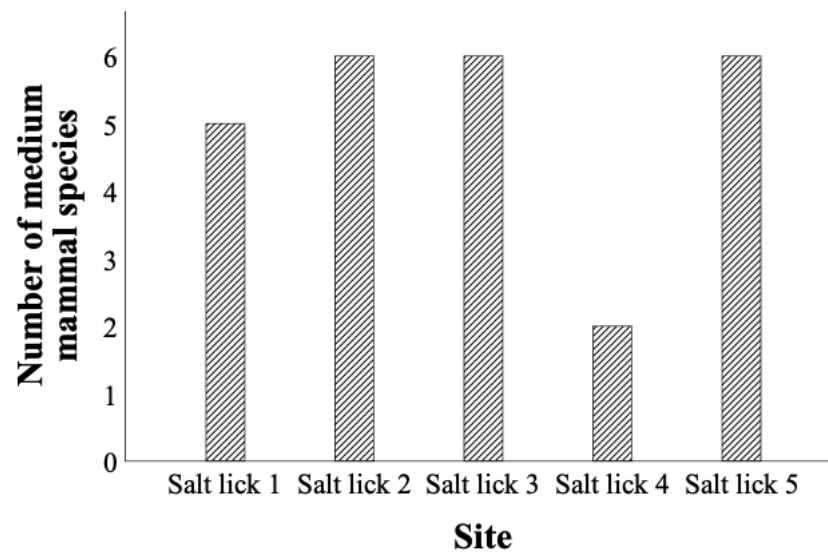


Fig. 3. Specific species richness of the medium mammals observed in the salt licks of the MSNP



Olive baboon (Papio anubis) Yellow-backed duiker (Cephalophus silvicultor)



Bushpig (Potamochoerus porcus) Hartbeest (Alcelaphus buselaphus)



Defassa waterbuck (Kobus defassa unctuosus) Roan antelope (Hippotragus equinus)



Leopard (Panthera pardus) Bushbuck (Tragelaphus scriptus)

Fig. 4. Camera trap pictures of eight large mammal species clearly identified in the salt licks of the MSNP

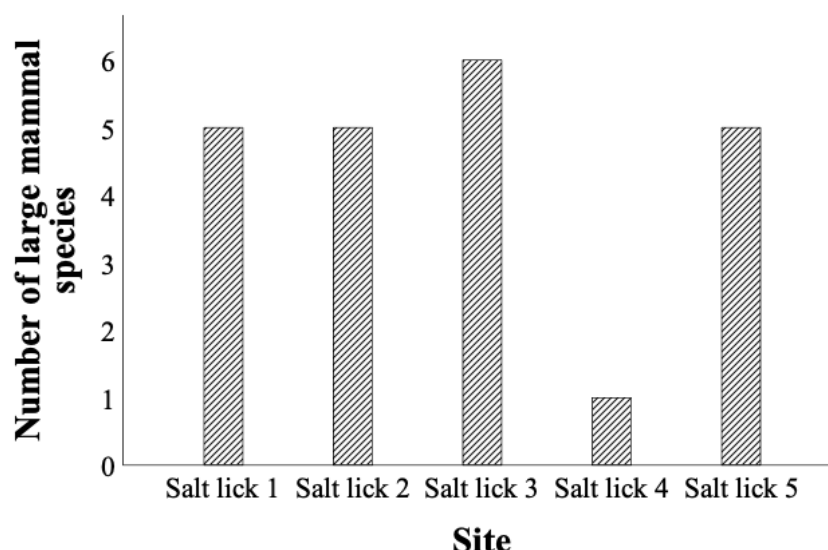


Fig. 5. Specific species richness of the large mammals observed in the salt licks of the MSNP

5 CONCLUSION

This study provides valuable insights into the mammalian fauna of the savanna zone within the Mont Sangbé National Park in Côte d'Ivoire. The results highlight the richness of mammalian wildlife in the salt licks of the savanna zone of the park and their implication eco-touristic activities, as well as the potential threats posed by human activities. These findings can be used to guide future research and develop more effective conservation and management strategies to preserve the biodiversity of this area.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to express our gratitude to the Ministry of Environment and Sustainable Development of Côte d'Ivoire and to the Ivorian Office of Parks and Reserves (OIPR), for having authorized the carrying out of this study. We also thank the Jean Lorougnon Guédé University for the administrative support we received. We are indebted to all the OIPR agents and village auxiliaries who provided support during data collection.

REFERENCES

- [1] G. M. Kissinger *et al.*, « Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ policymakers », Citeseer, 2012.
- [2] A. Benítez-López *et al.*, « Intact but empty forests? Patterns of hunting-induced mammal defaunation in the tropics », *PLoS biology*, vol. 17, n° 5, p. e3000247, 2019.
- [3] J. A. Bogoni *et al.*, « The empty forest three decades later: Lessons and prospects », *Biotropica*, vol. 55, n° 1, p. 13-18, 2023, doi: 10.1111/btp.13188.
- [4] G. Ceballos *et al.*, « The real sixth mass extinction: Biological annihilation signaled by population losses and declines in vertebrates », *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 201704949, 2017.
- [5] E. A. Williamson *et al.*, « Ecological impacts of extractive industries on ape populations », 2014.
- [6] F. Rovero *et al.*, « Hunting or habitat degradation? Decline of primate populations in Udzungwa Mountains, Tanzania: An analysis of threats », *Biological conservation*, vol. 146, n° 1, p. 89-96, 2012.
- [7] B. Hoppe-Dominik *et al.*, « Long-term monitoring of large rainforest mammals in the Biosphere Reserve of Taï National Park, Côte d'Ivoire: Long-term monitoring Taï National Park », *African Journal of Ecology*, vol. 49, n° 4, p. 450-458, déc. 2011, doi: 10.1111/j.1365-2028.2011.01277.x.
- [8] P. K. N'goran *et al.*, « Hunting, Law Enforcement, and African Primate Conservation », *Conservation Biology*, vol. 26, n° 3, p. 565-571, 2012, doi: 10.1111/j.1523-1739.2012.01821.x.
- [9] S. Dufour *et al.*, « Gestion durable de la faune et des ressources cynégétiques en Côte d'Ivoire », Rapport pour les Etats généraux de la forêt, de la faune et des ressources en eau, Abidjan, 2015.

- [10] L. Aké Assi, « Développement agricole et protection de la forêt: quel avenir pour la forêt ivoirienne? », *Mitt. Inst. Allg. Hamburg*, vol. 23, p. 169-176, 1990.
- [11] R. Paeivinen *et al.*, « Mapping closed tropical forest cover in West Africa using NOAA/AVHRR-LAC data », 1992., vol. 21, p. 27-52, 1992.
- [12] F. Lauginie, « Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. NEI », *Hachette et Afrique Nature*, 2007.
- [13] C. Y. Kouakou *et al.*, « Occurrence and relative abundance indices of the Western Roan Antelope (*Hippotragus equinus koba*) and other mammals at mount Sangbé National Park, Côte d'Ivoire », *Eco. Env. & Cons*, vol. 27, n° 2, p. 730-740, 2021.
- [14] R. Dudley *et al.*, « Lust for Salt in the Western Amazon », *Biotropica*, vol. 44, n° 1, p. 6-9, janv. 2012, doi: 10.1111/j.1744-7429.2011.00818.x.
- [15] J. Kingdon, *The Kingdon field guide to African mammals*. London: Bloomsbury Publishing, 2015.
- [16] L. White et A. Edwards, « Conservation research in the African », *Conservation research in the African*, 2000, Consulté le: 17 octobre 2023.
[En ligne]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/profile/Ann-Edwards-5/publication/277813627_Conservation_Research_in_the_African_Rain_Forest_A_Technical_Handbook/links/55df7a0108ae2fac4718fc04/Conservation-Research-in-the-African-Rain-Forest-A-Technical-Handbook.pdf
- [17] R. C. Whytock *et al.*, « Mammal distribution and trends in the threatened Ebo'intact forest landscape', Cameroon », *Global Ecology and Conservation*, vol. 31, p. e01833, 2021.
- [18] F. Trolliet *et al.*, « Use of camera traps for wildlife studies: a review », *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, vol. 18, n° 3, 2014, Consulté le: 17 octobre 2023.
[En ligne]. Disponible sur: <https://orbi.uliege.be/handle/2268/165854>.
- [19] J. G. Blake *et al.*, « Mineral Licks as Diversity Hotspots in Lowland Forest of Eastern Ecuador », *Diversity*, vol. 3, n° 2, Art. n° 2, juin 2011, doi: 10.3390/d3020217.
- [20] N. B. Razali *et al.*, « Physical factors at salt licks influenced the frequency of wildlife visitation in the Malaysian tropical rainforest », *Tropical Zoology*, vol. 33, n° 3, 2020, Consulté le: 17 octobre 2023.
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.pagepress.org/biology/tz/article/view/69>.
- [21] L. Wing-Shen *et al.*, « Feasibility of natural salt-licks for wildlife-watching in Segaliud-Lokan Forest Reserve, Sandakan, Sabah », in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2020, p. 012041. Consulté le: 17 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/549/1/012041/meta>.
- [22] D. Magintan *et al.*, « A preliminary observation of mammals and other species visiting artificial salt licks in Peninsular Malaysia », *Journal of Wildlife and Parks*, vol. 30, p. 59-74, 2015.
- [23] D. A. Gómez-Hoyos *et al.*, « Mineral-Lick Use By *Choloepus hoffmanni* (Pilosa: Megalonychidae) At Las Cruces Biological Station, Coto Brus, Costa Rica », *The Southwestern Naturalist*, vol. 62, n° 4, p. 278-280, 2017.
- [24] D. J. Lizcano et J. Cavelier, « Chemical characteristics of salt licks and feeding habits of mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia », *Maztozoologia Neotropical*, vol. 11, p. 193-201, 2004.
- [25] D. de Matos Dias *et al.*, « Using an occupancy approach to identify poaching hotspots in protected areas in a seasonally dry tropical forest », *Biological conservation*, vol. 251, p. 108796, 2020.
- [26] A. C. Ferreguetti *et al.*, « One step ahead to predict potential poaching hotspots: Modeling occupancy and detectability of poachers in a neotropical rainforest », *Biological Conservation*, vol. 227, p. 133-140, 2018.
- [27] M. Galetti et R. Dirzo, « Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world », *Biological Conservation*, vol. 163, p. 1-6, 2013.
- [28] W. F. Laurance *et al.*, « A global strategy for road building », *Nature*, vol. 513, n° 7517, p. 229-232, 2014.

Effets du Bio-fertilisant liquide « Rapid gro » et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur la production du piment (*Capsicum annuum*) en conditions de Kinshasa/Mont-Amba

[Effects of « Rapid gro » liquid Bio-fertilizer and NPK 12-24-12 chemical fertilizer on pepper (*Capsicum annuum*) production in Kinshasa/Mont-Amba conditions]

Nickson YOAMBALE NKOLOMA¹, Christian SAMBA LOKOMBE², Olivier LOKANGO OKINTAMBOLO³, Lambert TSHEFU LOKANGU⁴, and Paul KATENDE KANYINDA⁵

¹Ingénieur Agronome, au Département de Phytotechnie, Faculté de Sciences Agronomiques et de l'Environnement, Université de Kinshasa B.P. 117 Kinshasa XI, RD Congo

²Assistant de Recherche de premier Mandat au Centre de Recherche Géologiques et Minières, Département d'hydrologie et d'hydrogéologie B.P. 898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

³Assistant de Recherche de premier Mandat au Centre de Recherche Géologiques et Minières, Département de Géologie Urbaine et Environnement B.P. 898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁴Attaché de Recherche au Centre de Recherche Géologiques et Minières, Département de Géologie Appliquée, B.P. 898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁵Assistant de Recherche à l'Institut Géographique du Congo, Département de la Cartographie, B.P. 3086 Kinshasa, Gombe, RD Congo

Copyright © 2024 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 promotion of agroecological approaches to fertilization include the use of liquid biofertilizers, which contribute to improving the income of producers but also to sustainably preserving the soil. It is with this in mind that this study specifically aimed to compare the effects of liquid biofertilization and chemical fertilization on vegetative growth and pepper production, with a view to establishing practical guidelines for market gardeners in Kinshasa/Mont-Amba. To achieve these objectives, a Randomized Complete Block device was installed with three treatments, namely the liquid biofertilizer Rapid Gro, the chemical fertilizer NPK 12-24-12 and the control without fertilizer in order to collect the data to be used for statistical analyzes to infer the necessary trends. At the end of the data analyses, the results showed that from the point of vegetative growth, the fertilizers used induced significant effects on shoot growth. The height obtained with the treated plants was greatly significant compared to that obtained with the untreated plants (except Rapid Gro). No statistical difference was obtained from the point of view of plant vigor. From a production point of view, the fertilizers used had significant effects on the yield components. Plots treated with Rapid Gro liquid biofertilizer showed significantly high production compared to plots treated with NPK 12-24-12 chemical fertilizers and those not treated in terms of average number of fruits per plot and average weight of fruits per plot.

KEYWORDS: Chilli; Rapid Gro Liquid Bio-fertilizer; NPK 12-24-12 Chemical Fertilizer; Vegetative growth; Fruit production.

RESUME: La promotion des approches agroécologiques de fertilisation incluent l'utilisation des biofertilisants liquides, qui contribuent à l'amélioration des revenus des producteurs mais aussi de préserver durablement les sols. C'est dans cette optique que cette étude visait spécifiquement de comparer les effets de la biofertilisation liquide et la fertilisation chimique

sur la croissance végétative et la production du piment, en vue d'établir des orientations pratiques aux maraichers de Kinshasa/Mont-Amba. Pour atteindre ces objectifs, un dispositif en Blocs Complets Randomisés a été installé avec trois traitements à savoir le biofertilisant liquide Rapid Gro, le fertilisant chimique NPK 12-24-12 et le témoin sans fertilisant en vue de collecter les données devant servir aux analyses statistiques pour déduire des tendances nécessaires. A l'issue des analyses des données, les résultats ont montré que du point de la croissance végétative, les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur la croissance caulinaire. La hauteur obtenue avec les plants traités a été grandement significative comparativement à celle obtenue avec les plants non traités (excepté le Rapid Gro). Aucune différence statistique n'a été obtenue du point de vue de la vigueur du plant. Du point de vue de la production, les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur les composantes du rendement. Les parcelles traitées avec le biofertilisant liquide Rapid Gro ont montré une production significativement élevée comparativement aux parcelles traitées avec les fertilisants chimiques NPK 12-24-12 et celles non traitées en termes du nombre moyen des fruits par parcelle et du poids moyen des fruits par parcelle.

MOTS-CLEFS: Piment; Bio-fertilisant liquide Rapid Gro; Fertilisant chimique NPK 12-24-12; Croissance végétative; Production en fruits.

1 INTRODUCTION

La production agricole devra faire face à un défi de répondre aux besoins alimentaires de la population mondiale en croissance galopante, et préserver en même temps l'environnement et les ressources naturelles [3].

A l'instar des autres pays en développement, la République Démocratique du Congo, a bien conscience de ces perspectives, elle cherche à faire de l'agriculture un vecteur de solutions avec la promotion de techniques qui génèrent des bénéfices en termes de hausse des productions alimentaires et de préservation de l'environnement, par exemple à travers la promotion des pratiques culturales qui minimisent les émissions des gaz à effet de serre, la pollution des eaux souterraines, etc [6].

En effet, la production agricole notamment l'horticulture fait face aux problèmes liés à la fertilité du sol. Les sols tropicaux sont caractérisés par une fertilité qui disparaît rapidement après une à deux saisons de production, ce qui ne permet pas aux producteurs d'enregistrer des rendements horticoles supérieurs devant servir à nourrir la population. Dans ce contexte, une priorité absolue doit donc être accordée à l'amélioration du rendement [10].

Face à ce défi, il est nécessaire de trouver des approches qui augmentent la production agricole et diminuent les pressions sur l'environnement. Selon [9] le recours aux engrais chimiques est donc le facteur clé de l'intensification agricole des pays en développement. Mais cette fertilisation minérale conventionnelle est incompatible aux préoccupations environnementales et au contexte économique des producteurs congolais [7]. D'autres approches de fertilisation du sol telles que l'utilisation de la fumure organique d'origine animale et végétale s'avèrent efficaces, elles sont cependant soumises d'une part aux conditions climatiques, qui accélèrent leur minéralisation dans le sol; d'autre part aux conditions édaphiques caractérisées par une texture sablonneuse et une structure particulière, qui ne permettent de retenir de manière efficace les éléments nutritifs dans le sol. Ces conditions empêchent la libération progressive des éléments minéraux pour répondre aux exigences des cultures tout au long du cycle de production [5].

La fertilisation organique liquide (biofertilisation liquide), de par leurs effets bénéfiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, se propose comme une approche agro-écologique efficace et efficiente, du fait qu'elle permet la libération des éléments ioniques essentiels, qui contribuent à rendre plus efficace l'utilisation des doses modestes d'engrais minéraux et au stade cultural voulu. Elle permet une absorption plus rapide des éléments nutritifs dans les parties aériennes de la plante et échappe aux problèmes de compaction, de la profondeur, l'humidité et la température du sol qui influent sur la disponibilité en éléments minéraux dans le sol [9].

C'est sur cette toile de fond que cette étude a été abordée sur la culture du piment, afin d'évaluer la performance agronomique de la bio-fertilisation liquide en comparaison avec celle de la fertilisation chimique dans les conditions agroécologiques de Kinshasa/Mont-Amba. Le piment qui constitue la plante test dans cette étude, est un des légumes fruits les plus appréciés dans les principales agglomérations de la RDC à cause de ses valeurs nutritionnelles et ses multiples vertus médicinales. Économiquement, le piment est parmi les épices les plus consommées. Il est également utilisé pour la production d'oléorésine, extrait lipophile riche en pigments rouges (capsantine et capsorubine) ayant un débouché important dans l'industrie agro-alimentaire.

L'article a pour objectif général de cette étude est de promouvoir les approches agroécologiques de fertilisation qui permettent d'obtenir des rendements culturels élevés des légumes fruits, qui sont respectueuses de l'environnement et qui contribuent à l'amélioration du niveau des revenus des producteurs. Plus spécifiquement, cette étude vise à: comparer les effets de la biofertilisation liquide et la fertilisation chimique sur la croissance végétative des plants de piment notamment, la vigueur des plants, la croissance caulinaire et la masse foliaire des plants; comparer les effets de la biofertilisation liquide et la fertilisation chimique sur la production du piment en fruits.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

2.1.1 LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

L'essai a été conduit au Pôle Expérimental d'Horticulture (PEH), situé derrière la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa (UNIKIN). Le PEH se trouve entre 4°29' de latitude Sud et 15°23' de longitude Est et à environ 450 m d'altitude.

2.1.2 CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

Le PEH est caractérisé selon Koppen, par un climat du type Aw4 qui est climat tropical chaud et humide avec 4 mois de saison sèche et 8 mois de saison pluvieuse et une précipitation annuelle qui varie de 1000 à 1500 mm. La saison pluvieuse, entrecoupée par une petite saison sèche entre Décembre et Février, s'étend de fin Septembre à fin Mai avec deux mois de précipitation maximale dont Novembre et Avril et la saison sèche couvre la période allant de mi-mai à mi-septembre. La température moyenne varie entre 26° et 32°C pendant la saison de pluie et entre 21° et 26°C en saison sèche. L'humidité relative de l'air est maximale en Avril et en Mai et minimale en Septembre et à la fin de la saison sèche.

2.1.3 CARACTÉRISTIQUES ÉDAPHIQUES

Les sols de Kinshasa sont essentiellement sablonneux avec une faible capacité de rétention d'eau et d'éléments nutritifs pour les plantes, les rendant ainsi très marginaux pour les activités agricoles. Cependant, leurs caractéristiques varient en fonction de leur position dans le paysage.

Les sols des collines comme ceux du PEH sont caractérisés par une teneur en argile de moins de 20% sur au moins 100 cm de profondeur, une très faible teneur en minéraux altérables et une faible capacité de rétention en eau [1].

2.1.4 CARACTÉRISTIQUES FLORISTIQUES

La végétation est constituée de savane herbeuse où l'on trouve des graminées telles que *Hyparrhenia diplandra*, *Paspalum conjugatum* et une quantité infime des légumineuses dont *Mucuna sp.*

2.2 MATERIELS

2.2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal était constitué des semences du piment (*C. annuum*) de la variété Scotch Bonnet Safi, communément appelée Safi. Ces semences ont été achetées au point de vente de l'entreprise agricole CEPROSEM (Centre de Production des Semences) qui se trouve à Pont Ngabi dans la ville de Kinshasa. Le Scotch Bonnet Safi est une variété de piment en forme de gousse bosselée de 5 cm de long. Murit de vert clair à orangé puis rouge brillant en 80 jours. Les fleurs sont blanches. C'est une plante dense de 60 à 100 cm de hauteur au feuillage et aux tiges vertes. Elle a une saveur très fruitée. La Figure 1 présente un plant en fructification de la variété Variété Scotch Bonnet Safi.



Fig. 1. Variété Scotch Bonnet Safi

Les plants de cette variété ont un feuillage dense et donne des rendements élevés de fruits ridés de 5 cm de long. Les caractéristiques essentielles de cette variété qui ont justifié son choix sont les suivantes: sa qualité organoleptique liée à son pouvoir piquant; une fructification abondante et régulière; son adaptation aux conditions pédoclimatiques de Kinshasa.

2.2.2 MATÉRIELS FERTILISANTS

Les fertilisants utilisés dans le cadre de cette étude étaient de deux types à savoir le fertilisant organique liquide (Rapid Gro) et le fertilisant chimique NPK 12-24-12. Ces fertilisants ont été achetés dans un point de vente des fertilisants et des intrants connexes, situé dans le marché Pont-Ngabi. Le Rapid Gro est un fertilisant liquide qui devient de plus en plus un fertilisant largement utilisé dans les périmètres maraichers de Kinshasa, il est particulièrement riche en Phosphore et permet d'induire une fructification abondante et régulière. Le fertilisant chimique NPK 12-24-12 est utilisé dans cette étude comme un fertilisant de comparaison pour mieux élucider les performances agronomiques du biofertilisant liquide, il est également particulièrement riche en Phosphore, et il est le fertilisant le plus utilisé par des maraichers ayant un niveau élevé des revenus. La Figure 2 présente le biofertilisant liquide utilisé dans cette étude.



Fig. 2. Bouteille de Rapid Grow

2.3 METHODES EXPERIMENTALES

2.3.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai a été conduit dans un dispositif en Blocs Complets Randomisés avec deux traitements à savoir le biofertilisant liquide Rapid Gro et le fertilisant chimique NPK 12-24-12 plus le témoin sans fertilisant. Chaque traitement plus le témoin était répété cinq fois. Au total, l'essai comportait 15 parcelles expérimentales. Le tableau 1 présente le dispositif expérimental utilisé dans le cadre de cette étude.

Tableau 1. Dispositif expérimental et légende

Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3	Répétition 4	Répétition 5	Légende
T2	T1	T0	T2	T0	Témoin sans fertilisant
T1	T0	T2	T1	T2	Fertilisant chimiques NPK 12-24-12
T0	T2	T1	T0	T1	Bio-fertilisant liquid Rapid Gro

2.3.2 CONDUITE EXPERIMENTALE

L'expérimentation a été conduite à partir du mois de Décembre 2021 au mois d'Avril 2022. L'itinéraire technique défini dans le cadre de cette étude comprenait les opérations culturales suivantes: préparation du germe, la préparation du terrain, le repiquage, l'application des fertilisants, les autres soins culturaux et les récoltes.

2.3.2.1 PRÉPARATION DU GERMOIR

Le germe était fait à même le sol sur une surface de 2m². Le germe était effectué pendant la saison pluvieuse, au mois de Décembre 2021. Cette activité a consisté à la fertilisation avec la fiente de poule en raison de 2 kg par pneu et au semis à la volée.

2.3.2.2 PRÉPARATION DU SITE EXPERIMENTAL

Elle a consisté à la délimitation du terrain, au débroussaillage, au labour manuel à l'aide d'une bêche, au piquetage, et à la trouaison des poquets de 25cm de profondeur aux écartements de 1m × 1 m. La superficie du champ expérimental était de 135 m² soit un rectangle de 15 mètres de longueur et de 9 mètres de largeur.

2.3.2.3 REPIQUAGE DES PLANTS DE PIMENT

Les plants de piment ont été repiqués lorsqu'ils avaient atteint 3 à 4 feuilles épanouies, soit 1 mois après le semis. Il a été réalisé en motte de terre et s'en était suivi d'un arrosage copieux. Les plants repiqués étaient sélectionnés en fonction de leur vigueur et de leur état sanitaire.

2.3.2.4 APPLICATION DES FERTILISANTS

L'application des fertilisants était faite dès l'apparition des boutons floraux en vue de s'assurer des effets de ses fertilisants (NPK et Rapid Gro) sur la production, car c'est à ce stade que la plante exprime le besoin en nutriments notamment en Phosphore pour sa fructification abondante et régulière. Compte tenu de sa grande solubilité et conformément aux besoins de la culture, le fertilisant chimique NPK 12-24-12 était appliquée en une seule fois par enfouissement à la dose de 8 g par plant. Quant à la fertilisation liquide, les applications ont été faites par pulvérisation foliaire après chaque 10 jours et conformément aux recommandations du fabricant à la dose de 7,5 ml par 1,5 litre d'eau. Le nombre total d'application était de 5. L'application des engrais se faisait le matin pour permettre d'une part à la feuille de se protéger contre la déshydratation (Rapid Gro) et d'autre part, d'avoir une bonne solubilisation du fertilisant dans le sol (NPK 12-24-12) [4].

2.3.2.5 SOINS CULTURAUX

Ils ont consisté au regarnissage de vides (effectué une semaine après le repiquage), au sarclage réalisé à 4 reprise chaque 3 semaines, au binage, aux arrosages copieux et réguliers et à la taille de fructification (effectuée deux semaine après la floraison).

2.3.2.6 RÉCOLTE

Deux récoltes ont été effectuées au cours de l'essai. La première récolte était intervenue 120 jours (4 mois) après le semis en germe soit 90 jours après le repiquage, et la seconde récolte est intervenue 14 jours après la première. Les fruits récoltés par parcelle ont été conditionnés au laboratoire pour les différentes mensurations.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

Effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur la vigueur et la croissance caulinare des plants du piment

Les résultats relatifs à la croissance végétative indiquent que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur la croissance caulinare. La hauteur obtenue avec les plants traités a été significative comparativement à celle obtenue avec les plants non traités (excepté le Rapid Gro). Aucune différence statistique n'a été obtenue du point de vue de la vigueur du plant.

Le Tableau 2 présente les effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur la vigueur et la croissance caulinare des plants du piment.

Tableau 2. Effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur la vigueur et la croissance caulinare des plants du piment

Fertilisants	Diamètre moyen au collet (mm)	Hauteur moyenne du plant (cm)
Rapid Gro	10,69a*	65,60ab
NPK 12-24-12	11,68a	68,17a*
Témoin	10,62a	63,53b
LSD	1,73	3,66
CV (5%)	6,96	2,46

*Les moyennes dans les colonnes suivies des mêmes lettres ne sont significativement différentes et celles suivies des lettres différentes sont significativement différentes.

Effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur les composantes du rendement en fruits du piment

Les résultats relatifs à la production du piment en fruits montrent de manière générale que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur les composantes du rendement.

Les parcelles traitées avec le biofertilisant liquide Rapid Gro ont montré une production significativement élevée comparativement aux parcelles traitées avec les fertilisants chimiques NPK 12-24-12 et celles non traitées (témoin sans fertilisant) en termes du nombre moyen des fruits par parcelle et du poids moyen des fruits par parcelle.

Les différences statistiques n'ont pas été décelées entre les fertilisants sur la reproduction en termes du nombre moyen des fleurs par plant (les fertilisants ne sont pas significativement différents entre eux mais sont significativement différents au témoin sans fertilisant).

Du point de vue du calibre, aucune différence n'a été enregistrée entre les parcelles (traitées et non traitées) en termes du diamètre moyen des fruits et de la longueur moyenne des fruits.

Le Tableau 3 présente les effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur les composantes du rendement du piment.

Tableau 3. Effets comparatifs du biofertilisant liquide Rapid Gro et du fertilisant chimique NPK 12-24-12 sur les composantes du rendement en fruits du piment

Traitements	Nombre moyen de fleurs par plante	Nombre moyen des fruits par parcelle	Poids moyen du fruit (g) par parcelle	Diamètre moyen des fruits	Longueur moyenne des fruits
Rapid Gro	219,83 a*	120,17 a*	389,73 a*	28,14 a*	3,86 a
NPK 12-24-12	217,17 a	104,17 b	368,11 b	26,78 a	3,90 a
Témoin	107,67 b	48,83 c	200,62 c	27,32 a	2,65 a
LSD	10,528	40,29	17,35	2,37	3,10
CV (5%)	2,58	19,45	2,40	0,59	39,49

*Les moyennes dans les colonnes suivies des mêmes lettres ne sont significativement différentes et celles suivies des lettres différentes sont significativement différentes

3.2 DISCUSSION

3.2.1 EFFETS COMPARATIFS DU BIOFERTILISANT LIQUIDE RAPID GRO ET DU FERTILISANT CHIMIQUE NPK 12-24-12 SUR LA VIGUEUR ET LA CROISSANCE CAULINAIRE DES PLANTS DU PIMENT

Les résultats relatifs à la croissance végétative indiquent que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur la croissance caulinare. La hauteur obtenue avec les plants traités a été significative comparativement à celle obtenue avec les plants non traités (excepté le Rapid Gro). La différence significative obtenue entre les plants traités met en exergue la performance des fertilisants car les résultats similaires ont été obtenus sur la hauteur des plants par [8]. Ces résultats confirment l'hypothèse préalablement formulée.

3.2.2 EFFETS COMPARATIFS DU BIOFERTILISANT LIQUIDE RAPID GRO ET DU FERTILISANT CHIMIQUE NPK 12-24-12 SUR LES COMPOSANTES DU RENDEMENT EN FRUITS DU PIMENT

Les résultats relatifs à la production du piment en fruits montrent de manière générale que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur les composantes du rendement. Les parcelles traitées avec le biofertilisant liquide Rapid Gro ont montré une production significativement élevée comparativement aux parcelles traitées avec les fertilisants chimiques NPK 12-24-12 et celles non traitées (témoin sans fertilisant) en termes du nombre moyen des fruits par parcelle et du poids moyen des fruits par parcelle. Le faible rendement du témoin est probablement dû à la pauvreté du sol, par contre la proximité des valeurs entre les deux engrais qui est forcément tributaire à leur composition en nutriments [9] montre clairement que les biofertilisants liquides Rapid Gro peuvent rivaliser avec les fertilisants chimiques NPK 12-24-12, car outre la production, les biofertilisants liquides offrent des multiples bénéfices pour ce qui est des préoccupations environnementales et économiques. Ceci confirme en outre l'hypothèse préalablement émise.

4 CONCLUSION

Cette étude vise la promotion des approches agroécologiques de fertilisation qui permettent d'obtenir des rendements culturaux élevés des légumes fruits, qui sont respectueuses de l'environnement et qui contribuent à l'amélioration du niveau des revenus des producteurs. De manière spécifique, elle consiste à comparer les effets de la biofertilisation liquide et la fertilisation chimique sur la croissance végétative des plants de piment notamment, la vigueur des plants et la croissance caulinare, et à comparer les effets de la biofertilisation liquide et la fertilisation chimique sur la production du piment en fruits.

A l'issue des analyses des données, les résultats ont montré ce qui suit:

Du point de la croissance végétative: Les résultats relatifs à la croissance végétative indiquent que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur la croissance caulinare. La hauteur obtenue avec les plants traités a été significative comparativement à celle obtenue avec les plants non traités (excepté le Rapid Gro). Aucune différence statistique n'a été obtenue du point de vue de la vigueur du plant.

Du point de vue de la production, les résultats relatifs à la production du piment en fruits montrent de manière générale que les fertilisants utilisés ont induit des effets significatifs sur les composantes du rendement. Les parcelles traitées avec le biofertilisant liquide Rapid Gro ont montré une production significativement élevée comparativement aux parcelles traitées

avec les fertilisants chimiques NPK 12-24-12 et celles non traitées (témoin sans fertilisant) en termes du nombre moyen des fruits par parcelle et du poids moyen des fruits par parcelle.

Au regard des évidences susmentionnées, nous recommandons que des essais d'affinage soient réalisés pour confirmer les résultats obtenus en termes de rentabilité économique et donner des indications claires quant à l'utilisation des biofertilisants liquides en production légumière.

REFERENCES

- [1] ACF (Action Contre la Faim). Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraîchage) de Kinshasa, République Démocratique du Congo, 87 p., 2009.
- [2] FAO, L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, la croissance économique est nécessaire mais elle n'est pas suffisante pour accélérer la réduction de la faim et de la malnutrition, 73 p. Disponible sur <http://www.fao.org>. 2012.
- [3] Leblanc M., 2017. Les règles de base pour l'utilisation des fertilisants foliaires en culture maraîchère. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation 118, rue Lemieux, Saint-Rémi, JOL 2L0 Téléphone: (450) 454-2210, poste 229 – Télécopieur: (450) 454-7959.
- [4] Minengu M., Ikonso M., Mawikiya M., «Agriculture familiale dans les zones péri-urbaines de Kinshasa: analyse, enjeux et perspectives (synthèse bibliographique)», *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1 (1), 60-69, 2018.
- [5] Minengu M., Nkangu Y., Ikonso M., Mbumba M., Lugusu L., Makala B., Mwengi S., Yama O., Mabwaka J., Mapuku T., «Utilisation des produits phytosanitaires de synthèse en cultures maraichères à Mbanza-Ngungu dans la province du Kongo central en République Démocratique du Congo». *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, Numéro Spécial 02, 14-29, 2021.
- [6] R. Mukendi, A. Kamukenji, S. Kaseba, T. Tshiamala, S. Mukenga, G. Muyayabantu, «Réponse de fertilisant organique liquide (D.I. GROW) et inorganique (N.P.K. 17-17-17) sur le Rendement graine de haricot –commun (*Phaseolus vulgaris* L.) À forte teneur en fer et zinc à Ngandajika», *Journal of Applied Biosciences* 102: 9680 – 9686, ISSN 1997–5902, 2016.
- [7] Tshimbombo J, Mbuya K., Mukendi T., Bombani B., Majambu B., Kaboko K., Mulumba B., et Kamukenji N. «L'influence des fertilisants organiques liquide D.I grow et inorganique NPH 17-17-17+ urée sur le rendement et la rentabilité de la culture de maïs à Ngandajika», *Journal of Applied Biosciences* 122: 12256-12261, ISSN 1997-5902, 2018.
- [8] Djebbour R., 2017. « Effet d'un fertilisant biologique sur la qualité et le rendement d'une variété de piment cultivée sous serre » Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master Spécialité: Gestion qualitative des productions agricoles.
- [9] Nyembo Kimuni Luciens, Useni Sikuzani Yannick, Mpundu Mubemba Michel, Bugeme Mugisho David, Kasongo Lenge Emery, Baboy Longanza Louis, «Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays* L.» à Lubumbashi, sud Est de la RD Congo, *Journal of Applied Biosciences* 59: 4286– 4296, ISSN 1997–5902, 2012.
- [10] J. P. Baudoin, «Contribution des ressources phytogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales», *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5 (4), 221–230, 2001.

La campagne de distribution de MILD en milieu scolaire dans 4 provinces de la République Démocratique du Congo: Evaluation et prospective d'avenir

[The school-based LLIN distribution campaign in 4 provinces of the Democratic Republic of Congo: Evaluation and future prospects]

Nono Koka Ngombe

Institut Supérieur de techniques Médicales de Tshela (ISTM, TSHELA), RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Introduction: The main vector control tool in most malaria-endemic countries is insecticide-treated mosquito nets (ITNs). In the DRC, the rapid loss of coverage in the months following mass campaigns as a result of reduced durability and quality of LLINs within a year, has led to a strategy of distributing LLINs through schools to maintain coverage. This study aims to evaluate the results of the campaign's implementation in the 4 provinces that have organized school-based distribution of LLINs.

Methodology: This is a cross-sectional study conducted in 104 EPST sub-divisions in 4 DRC provinces (Equateur, Kongo Central, Lomami and Maindombe) that organized school-based distribution of LLINs between November 2021 and June 2022. The sample was exhaustive of all pupils in primary grades one to six, then of schools, COPAs and administrative staff. SPSS Statistics 22 software was used for bivariate variables and P-value calculation with a significance level below 0.05, Excel 2019 for univariate variables.

Results: The average duration of the process was 6 months $\pm$ 3 months in the 4 provinces. Only Equateur province served 100% of LLINs. Male students were served more than female students, and the proportion of LLINs served to students decreased from first to sixth grade in all 4 provinces. There was no significant difference between the statistical data and the student reports. In addition, a significant difference was noted for schools and students between the state and distribution data.

Discussion: A baseline survey is not a prerequisite for the distribution of LLINs in schools, as the statistical data and the baseline survey were almost identical. Hence the statistical data remain valid for planning and also for implementation.

Conclusion: We suggest eliminating the inventory stage to reduce the average duration of the school-based LLIN distribution process to less than 3 months.

KEYWORDS: School campaign evaluation, Equateur, Kongo Central, Lomami and Maindombe provinces, DRC.

RESUME: Introduction: Le principal outil de lutte antivectorielle dans la plupart des pays d'endémie palustre est les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MILD). En RDC, la déperdition rapide de la couverture pendant les mois qui suivent les campagnes de masse consécutive à la durabilité et à la qualité de la MILD réduites en une année, d'où la stratégie de distribution des MILD à travers les écoles pour maintenir la couverture. Cette étude vise à évaluer les résultats de la mise en œuvre de la campagne dans les 4 provinces ayant organisées la distribution de MILD en milieu scolaire.

Méthodologie: C'est une étude transversale conduite dans 104 sous-divisions de l'EPST des 4 provinces de la RDC (Equateur, Kongo Central, Lomami et Maindombe) ayant organisé la distribuée de MILD en milieu scolaire entre Novembre 2021 à Juin 2022. L'échantillon était exhaustif de tous les élèves de première à sixième primaire puis des écoles, COPA et des administratifs. Le logiciel SPSS Statistics 22 était utilisée pour les variables bivariés et calcul de P-value avec un degré de signification inférieur à 0,05, Excel 2019 pour les variables unies variées.

Résultats: La durée moyenne du processus était de 6 mois $\pm$ 3 mois dans les 4 provinces. Seule la province de l'Equateur a servi 100% de MILD. Les élèves de sexe masculin étaient plus servis que les élèves de sexe féminin et la proportion de MILD servis aux élèves était décroissant de première en sixième année dans les 4 provinces. Aucune différence significative entre les données statistiques et des états de lieux pour les élèves. En plus, une différence significative était notée pour les écoles et des élèves entre les données des états de lieux et de distribution.

Discussion: Les états de lieux n'est pas une condition obligatoire pour distribution la MILD en milieu scolaire car les données statistiques et des états de lieux étaient presque les mêmes. D'où les données statistiques restent valables pour la planification et aussi pour la mise en œuvre.

Conclusion: Nous suggérons la suppression de l'étape des états de lieux pour réduire la durée moyenne du processus de la distribution de MILD en milieu scolaire à moins de 3 mois.

MOTS-CLEFS: Evaluation Campagne en milieu scolaire, provinces Equateur, Kongo Central, Lomami et Maindombe, RDC.

1 INTRODUCTION

Quoique parfaitement évitable et traitable, le paludisme continue d'avoir des conséquences dévastatrices sur la santé et les moyens de subsistance des populations à travers le monde (1).

Le dernier rapport sur le paludisme dans à l'échelle mondiale, fait l'état 247 millions en 2021, contre 245 millions en 2020 et 232 millions en 2019. Les estimations font état de 13,4 millions de cas de paludisme supplémentaires entre 2019 et 2021, la majeure partie de cette hausse trouvant son origine dans les pays de la région Afrique de l'OMS (2,3).

La région africaine demeure la région la plus durement touchée par cette maladie mortelle, elle a enregistré en 2021, environ 95 % des cas et 96 % des décès à l'échelle mondiale. Le Nigéria et la République démocratique du Congo représentent à eux seuls environ 40 % de la morbidité et de la mortalité palustres (2).

Les résultats obtenus en 2021 ont montré une incidence du paludisme 185 cas pour 1000 habitants en 2021 contre 200 cas pour 1000 habitants en 2020. Mais la mortalité hospitalière a gardé presque la même allure en 2021 par rapport à 2020 (4).

Pour lutter efficacement contre le paludisme, la lutte antivectorielle reste cruciale pour réduire la transmission de cette maladie (2). Le principal outil de lutte antivectorielle dans la plupart des pays d'endémie palustre est les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MILD) (2). Le partenariat FRP s'efforce en premier lieu d'intensifier les efforts de prévention du paludisme en tentant d'atteindre et de maintenir l'accès universel aux moustiquaires imprégnées d'insecticide (MILD) et leur utilisation (5).

Il est important de maintenir une couverture élevée en MILD pour les populations qui en ont besoin afin d'assurer une protection au niveau communautaire contre les vecteurs du paludisme (6). Les campagnes de distribution massive de MILD permettent d'augmenter rapidement le nombre de personnes qui possèdent des moustiquaires et qui y ont accès (6).

Cette stratégie à elle seule ne suffit pas d'où la mise en place d'autres stratégies de distribution de MILD pour un maintien optimal de MILD dont la distribution scolaire (7).

Plusieurs raisons de faible possession de MILD sont évoquées, dans certains cas, les ménages ne reçoivent aucune MILD ou en reçoivent un nombre incorrect (inférieur ou supérieur à celui prévu selon les règles d'attribution de MILD de la campagne), ce qui entraîne une couverture en MII plus faible que prévue après les campagnes (6). Dans d'autre cas, le maintien de ces gains peut être un défi; la possession de MILD par les ménages et l'accès de la population aux MII commencent à diminuer immédiatement après les campagnes de masse en raison des naissances, de la migration et de la perte de moustiquaires (à cause de la réaffectation ou de l'endommagement des moustiquaires) (8).

En réponse, les pays ont utilisé des campagnes de masse pour reconstituer la couverture en MILD toutes les quelques années. Ces campagnes de couverture universelle « complémentaires » et répétées peuvent être difficiles et coûteuses, étant donné le fardeau que représentent les visites d'enregistrement dans chaque ménage et le potentiel d'offre excédentaire. De plus, la plupart des ménages ne peuvent pas obtenir de MILD entre les campagnes de masse (8).

Les études réalisées en RDC ont montré une déperdition rapide de la couverture pendant les mois qui suivent les campagnes de masse consécutive à la durabilité et à la qualité de la MILD réduites en une année (7).

En 2013, le Comité consultatif sur la politique de lutte contre le paludisme de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a recommandé l'utilisation combinée de campagnes de masse et de canaux de distribution continus pour maintenir la couverture universelle. La couverture universelle est définie comme l'accès universel et l'utilisation des MII par les populations à risque de paludisme et est généralement interprétée comme l'objectif général de distribuer 1 moustiquaire pour 2 personnes (9,10)

En principe une distribution continue des MILD chaque année est souhaitable mais devant les contraintes budgétaires et logistiques, un renouvellement de ces outils tous les deux ans est recommandé en RDC. La distribution continue maintiendrait la couverture effective à un haut niveau. En plus de la distribution à travers la CPN et la CPS jusqu'ici appliquée, le pays a levé l'option d'étendre la distribution à travers les écoles et les OAC (11).

La stratégie de distribution des MILD à travers les écoles se fonde sur le principe qu'il est possible d'assurer et de maintenir une large couverture en MILD en assurant une distribution à travers des séries des campagnes permettant d'atteindre la majorité de foyers (7).

La possession d'au moins un MILD par ménage a augmenté après la distribution de MILD en milieu scolaire dans les sites d'intervention de l'État de Cross River, au Nigeria de 2012 à 2014 (8).

La possession d'au moins une MILD après la première distribution était de 76,1 % (IC à 95 % 70,8-80,7) dans la zone d'intervention et de 78,6 % (IC à 95 % 74,4-82,3) dans la zone de contrôle. Après la deuxième distribution, la possession d'au moins une MILD avait chuté de manière significative dans la zone de contrôle à 65,4 % (IC à 95 % 59,5-71,0) en 2015 ($P < 0,001$), tandis que la couverture dans la zone d'intervention était maintenue à 79,3 % (95 % IC 75,4 × 82,6). La possession d'au moins une MILD dans la zone d'intervention est restée stable après le deuxième tour de distribution de moustiquaires. Au cours de la même période, possession de MILD, en particulier d'un nombre suffisant de moustiquaires pour garantir l'accès à tous les membres du ménage, chute significative dans la zone de contrôle. Ces résultats démontrent que le SNP peut être suffisant pour maintenir une couverture stable en MILD après une distribution massive de MILD (12).

En 2022 à la Tanzanie continentale, la distribution scolaire à grande échelle avec RCH à 7 % et la distribution scolaire à la population × 22 % maintiendraient l'accès aux MII entre 90 et 94 %, nécessitant le même nombre de moustiquaires que l'option campagnes + écoles, mais avec une couverture plus stable (13).

D'après les estimations, 69 000 personnes en plus sont mortes du paludisme en 2020 par rapport à 2019 (627 000 contre 558 000). Près des deux tiers (47 000) des décès supplémentaires dus au paludisme ont résulté des perturbations des services de prévention, diagnostic et traitement du paludisme durant la pandémie de COVID 19. En Afrique subsaharienne, le nombre de décès estimés dus au paludisme a augmenté de 12 % en 2020 par rapport à 2019 (14).

Le rapport annuel 2021 du programme national de lutte contre le paludisme de la république démocratique du Congo, révèle que 21 345 031 cas de paludisme ont été enregistrés soit 19 260 604 cas de paludisme simple et 2 084 427 cas de paludisme grave (9,77%); 10 407 197 enfants âgés de moins de 5 ans ont souffert de paludisme en 2021 dont 1 023 096 cas de paludisme grave (15). Le même rapport note 22 729 décès liés au paludisme ont été enregistrés au cours de l'année 2021 dont 15 297 survenus chez les enfants âgés de moins de 5 ans soit 67% (15).

L'utilisation de la MILD est une stratégie majeure de lutte contre le paludisme en RDC. La MILD est distribuée au moyen de campagnes de masse à travers tout le pays afin d'assurer un accroissement rapide de sa disponibilité pour une couverture universelle et un impact quantifiable. Les études réalisées à travers le pays ont montré une déperdition rapide de la couverture pendant les mois qui suivent les campagnes. Consécutivement à la durabilité et à la qualité de la MILD réduites en une année, l'idéal serait que la distribution des MILD se fasse chaque année. Mais devant les contraintes budgétaires et logistiques, un renouvellement de ces outils tous les deux ans peut être recommandé. Cette distribution continue maintiendrait la couverture effective à un haut niveau. En plus de la distribution à travers la CPN et la CPS jusqu'ici appliquée, le pays a levé l'option d'étendre la distribution à travers les écoles et les OAC. La distribution dans le secteur privé est également envisagée pour appuyer une distribution par marketing social (16). Au moins 80% de la couverture de MILD dans le ménage (17).

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide, ou MII, si elles sont utilisées correctement, sont très efficaces pour offrir une protection contre les moustiques et autres insectes. L'utilisation des MII est l'une des principales interventions de santé mises en œuvre pour réduire la transmission du paludisme en RDC (18).

La possession de MILD après les campagnes de distribution de masse de 2015, 2016 ou 2017 des 4 provinces (Pourcentage de ménages ayant au moins une moustiquaire pour deux personnes): Equateur: 23,8% Kongo Central: 50% Lomami: 10,7% Maindombe: 37,3% (17).

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide de longue durée (MILD) sont la principale intervention de prévention et de lutte contre le paludisme dans de nombreuses régions d'Afrique subsaharienne. Bien que l'on s'attende à ce que les MILD durent au moins 3 ans dans des conditions d'utilisation normales, ils peuvent perdre de leur efficacité parce qu'ils tombent hors d'usage, sont jetés, réutilisés, physiquement endommagés ou perdent l'activité insecticide. Les contributions de ces différents facteurs interdépendants à la durabilité des moustiquaires et à leur protection contre le paludisme n'ont pas été claires (2).

Bien que la distribution de masse de MILD fût régulière dans ces provinces de 2011 en 2020, c'est-à-dire l'intervalle de 3 ans selon les anciennes orientations du programme nationale de lutte contre le paludisme en RDC avec les MILD traditionnelle avec pyréthroïde, nous avons observé l'augmentation de l'incidence du paludisme chaque année en dehors l'année qui suit la distribution. L'enquête MICS RDC 2018, montre une faible proportion de possession de MILD à l'Equateur, au Kongo Central, à Lomami et au Maindombe avec ainsi que de l'utilisation est utilisée mais nous ne cessons observer l'augmentation de l'incidence du paludisme (4).

Cette approche scolaire est la première expérience de ces provinces, et nous pensons documenter pour avoir de base ligne des prochaines campagnes scolaires mais aussi évaluer la contribution de cette dernière dans la réduction de cas de paludisme (19–22).

C'est à cet effet que notre étude vise à documenter l'expérience de la campagne de distribution de MILD en milieu scolaire dans quatre provinces de la RDC. L'objectif de l'étude est d'évaluer les résultats de la mise en œuvre de la campagne dans les 4 provinces ayant organisées la distribution de MILD en milieu scolaire.

2 METHODOLOGIE

La description de chaque province ayant organisée la distribution en milieu scolaire ci-dessous:

La province de l'Equateur: l'une de 5 provinces issues de démembrement de l'ancienne province de l'Equateur avec une population totale de 3 012 509 habitants en 2022 et une superficie de 132 518 Km². Elle a une division provinciale de la santé subdivisée à 18 zones de santé avec 284 aires de santé. Elle a 2 provinces éducationnelles avec 38 sous-divisions éducationnelles (S-D) de l'enseignement primaire, secondaire et technique dont 15 S-D pour l'Equateur 1 et 13 S-D pour Equateur 2 (19).

La province du Kongo Central: l'une de provinces non démembrement avec l'ancienne configuration avec une population totale de 4 505 219 habitants en 2022 et une superficie de 53 920 Km. Elle a une division provinciale de la santé subdivisée à 31 zones de santé avec 404 aires de santé. Elle a 3 provinces éducationnelles avec 21 sous-divisions éducationnelles (S-D) de l'enseignement primaire, secondaire et technique dont 11 S-D pour Kongo Central 1, 6 S-D pour Kongo Central 2 et 4 S-D pour Kongo Central 3 (22).

La province de Lomami: l'une de 3 provinces issues de démembrement de l'ancienne province du Kasaï Oriental avec une population totale de 4 372 186 habitants en 2022 et une superficie de 56 426 Km². Elle a une division provinciale de la santé subdivisée à 16 zones de santé avec 316 aires de santé. Elle a une province éducationnelle avec 19 sous-divisions éducationnelles (S-D) de l'enseignement primaire, secondaire et technique (20).

La province de Maindombe: l'une de 3 provinces issues de démembrement de l'ancienne province de Bandundu avec une population totale de: 2 230 744 habitants en 2022 et une superficie de 127 341 Km². Elle a une division provinciale de la santé subdivisée à 14 zones de santé avec 310 aires de santé. Elle a 2 provinces éducationnelles avec 38 sous-divisions éducationnelles (S-D) de l'enseignement primaire, secondaire et technique dont 26 S-D, 8 S-D pour Maindombe 1, 8 S-D pour Maindombe 2 et 10 S-D pour Maindombe 3 (21).

Les étapes du processus de l'organisation de la campagne de distribution de MILD en milieu scolaire:

Cette approche de distribution de MILD en milieu scolaire était réalisée dans 4 provinces. Elle a utilisé 2 voies pour la mise en œuvre sur terrain (Système de santé et EPST). Le déploiement des outils, MILD et autres intrants, c'est la voie du système de santé partant de la centrale de distribution régionale des médicaments (CDR) vers les zones de santé puis vers le centre de santé (chef-lieu de l'aire de santé) et afin pour arriver dans les écoles pour la distribution. La voie de l'EPST, les formations en cascades partant de chaque province éducationnelle, S-D, Directeurs et IT puis des enseignants puis les élèves. Les deux voies étaient aussi utilisées pour la transmission des données jusqu'au niveau sous-division EPST et zone de santé.

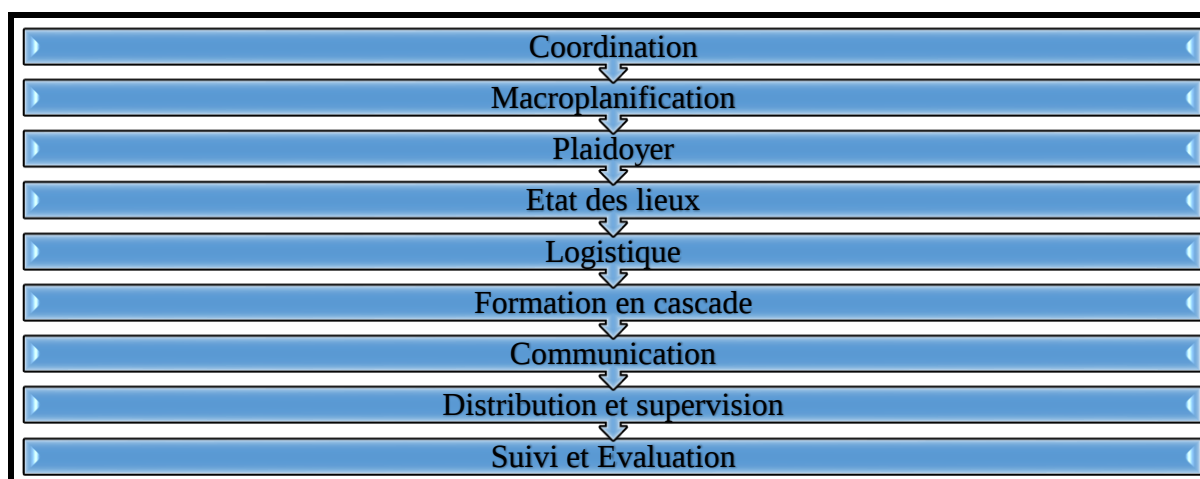


Fig. 1. Les étapes du processus de la campagne en milieu scolaire (7)

Il s'agit d'une étude transversale conduite dans 104 sous-divisions de l'enseignement primaire, secondaire et technique (EPST) des 4 provinces de la RDC (Equateur, Kongo Central, Lomami et Maindombe) ayant organisé la distribuée de MILD en milieu scolaire entre Novembre 2021 à Juin 2022. L'échantillon était exhaustif principalement de tous les élèves de première à sixième primaire et secondairement des écoles, COPA et des administratifs. Cette distribution était organisée au niveau de différente salle de classe de chaque école primaire. Tous les élèves inscrivent de première à la sixième année primaire étaient concernés pour être servi en MILD. La

macro planification a utilisé les données statistiques des écoles fournies par les sous-divisions éducationnelles via les provinces éducationnelles. La vérification des effectifs des élèves, des enseignants, des COPA, des administratifs, a constitué la référence pour la distribution de MILD. Le principe de distribution était une MILD pour un élève.

Tableau 1. *Répartition des provinces ayant organisées la campagne en milieu scolaire en aires de santé, zones de santé et sous division EPST*

Provinces	Aires de santé	Zones de santé	Sous division
Equateur	284	18	38
Lomami	316	16	19
Kongo Central	404	31	21
Maindombe	310	14	26
Total	1314	79	104

La campagne de distribution de MILD en milieu scolaire était réalisée dans 1314 aires de santé, 79 zones de santé et 104 sous-divisions de l'EPST.

Nous avons fait recours à la revue documentaire pour la récolte de données. C'est ainsi une base de données de collecte de données était élaborée pour compiler les données des différentes bases des états de lieux et des distributions de 4 provinces par école, sous division et par province éducationnelle.

Nous avons étudié les variables suivantes: Durée du processus, nombre des élèves, administratifs, les COPA et les écoles statistiques, états de lieux et servis en MILD, MILD distribuée et solde de MILD.

Analyses statistiques: Après vérification de la cohérence de données de chaque base, elles étaient encodées et saisies dans une seule base, puis traitées et analysées grâce aux logiciels SPSS Statistics 22, Excel 2019 (présentation des variables en tableaux et graphiques) et Zotero pour les références Bibliographiques.

Les calculs des fréquences et des proportions étaient effectués pour le variable uni varié. Pour déterminer les liens, nous avons effectué une analyse bivariable en utilisant les tests non paramétriques de Wilcoxon en séries appariées pour déterminer le P-value, et aussi le test de Kolmogorov Smirnov pour vérifier les conditions de normalités avec un degré de signification inférieur à 0,05.

Considération éthique: le respect des principes éthiques notamment la confidentialité des informations sont garanties.

3 RESULTATS

3.1 EVALUATION DE LA DUREE DU PROCESSUS DE LA CAMPAGNE DE DISTRIBUTION DE MILD EN MILIEU SCOLAIRE

Tableau 2. *La durée moyenne du processus de la campagne dans les 4 provinces*

Variables	Durée du processus (Mois)
Equateurs	10
Kongo Central	3
Lomami	7
Maindombe	4

La Moyenne de mois du processus de mise œuvre de la campagne de MILD en milieu scolaire entre la macro planification et la distribution proprement dite était de 6 mois $\pm$ 3 mois. Le processus le plus long était dans la province de l'équateur avec 10 mois et le plus court au Kongo Central avec 3 mois.

3.2 RESULTATS DE DONNEES STATISTIQUES ET DES ETATS DE LIEUX DES 104 SOUS DIVISIONS DE L'EPST

Tableau 3. *Ecoles, COPA, Administratifs et élèves avant et après les états de lieux*

Variables		Nombre	p
Nombre d'écoles	Avant	9558	0,000
	Après	10412	
Nombre COPA	Avant	35469	0,000
	Après	47508	
Nombre Administratifs	Avant	12638	0,001
	Après	13896	
Nombre d'élèves	Avant	2793112	0,214
	Après	2836874	

Ce tableau montre que les données statistiques ou données fournies avant étaient inférieures aux données après les états de lieux pour les 4 variables étudiées. Nous avons noté une différence significative pour la comparaison des écoles, des COPA et les administratifs par contre nous n'avons pas trouvé une différence significative avant et après les états de lieux des élèves des 4 provinces avec le test non paramétrique de Wilcoxon en séries appariées.

3.3 RESULTATS DE DONNEES DE LA DISTRIBUTION DE MILD EN MILIEU SCOLAIRE

Tableau 4. *Les résultats de la distribution de MILD en milieu scolaire dans 4 provinces selon le nombre, sexe et classe des élèves servis en MILD*

Variables	EQUATEUR	KONGO CENTRAL	LOMAMI	MAINDOMBE	TOTAL
Elèves servis en MILD	N=750930 (%)	N=837507 (%)	N=705710 (%)	N=542727 (%)	N=2836874 (%)
	750930 (100,0)	830376 (99,1)	698146 (98,9)	527336 (97,2)	2806788 (98,9)
Sexe des élèves servis en MILD	N=750930 (%)	N=830376 (%)	N=698146 (%)	N=527336 (%)	N=2806788 (%)
F	366766 (48,8)	407300 (49,1)	339500 (48,6)	256330 (48,6)	1369896 (48,8)
G	384164 (51,2)	423076 (50,9)	358646 (51,4)	271006 (51,4)	1436892 (51,2)
Classe des élèves servis en MILD	N=750930 (%)	N=830376 (%)	N=698146 (%)	N=527336 (%)	N=2806788 (%)
1	182222 (24,3)	174553 (21,0)	161647 (23,2)	125083 (23,7)	643505 (22,9)
2	146560 (19,5)	153236 (18,5)	134428 (19,3)	99912 (18,9)	534136 (19,0)
3	128480 (17,1)	151849 (18,3)	117596 (16,8)	91612 (17,4)	489537 (17,4)
4	114298 (15,2)	134059 (16,1)	107681 (15,4)	81427 (15,4)	437465 (15,6)
5	100640 (13,4)	121500 (14,6)	96972 (13,9)	72901 (13,8)	392013 (14,0)
6	78940 (10,5)	95179 (11,5)	79822 (11,4)	56401 (10,7)	310342 (11,1)

Seule la province de l'Equateur a servi 100% des élèves en MILD par rapport aux élèves vérifiés lors de l'états de lieux contre les trois autres provinces qui ont servi moins de 100%. Dans les quatre provinces, les élèves de sexe masculin étaient légèrement plus servis que les élèves de sexe féminin. La proportion de MILD servis aux élèves était décroissant de première en sixième année dans les 4 provinces.

3.4 RESULTATS DE DONNEES STATISTIQUES, DES ETATS DE LIEUX ET DE MILD SERVIS DANS LES 4 PROVINCES

Tableau 5. Ecoles, COPA, Administratifs et élèves des données statistiques, états de Lieux et servis en MILD

Variables		Nombre	p
Ecoles, COPA, Administratifs et élèves des états de lieux et servis en MILD			
Nombre d'écoles			
	Etat de lieux	10412	0,009
	Servis en MILD	10357	
Nombre COPA			
	Etat de lieux	47508	0,000
	Servis en MILD	0	
Nombre Administratifs			
	Etat de lieux	13896	0,000
	Servis en MILD	0	
Nombre d'élèves			
	Etat de lieux	2836874	0,000
	Servis en MILD	2806594	
Ecoles, COPA, Administratifs et élèves des données statistiques et servis en MILD			
Nombre d'écoles			
	Statistique	9558	0,000
	Servis en MILD	10357	
Nombre COPA			
	Statistique	35469	0,000
	Servis en MILD	0	
Nombre Administratifs			
	Statistique	12638	0,000
	Servis en MILD	0	
Nombre d'élèves			
	Statistique	2793112	0,666
	Servis en MILD	2806594	

Il ressort dans ce tableau qu'aucun administratif et COPA était servi en MILD. En outre, le nombre d'écoles et des élèves servis en MILD était inférieur au nombre d'écoles et des élèves issu des états de lieux, par contre ce nombre était supérieur par rapport aux données statistiques. Nous avons noté une différence significative pour la comparaison des écoles et des élèves entre les données des états de lieux et de distribution, par contre entre les données statistiques des élèves et ceux qui ont été servis en MILD, nous n'avons trouvé une différence significative dans les 4 provinces avec le test non paramétrique de Wilcoxon en séries appariées.

4 DISCUSSION

La campagne de distribution de MILD en milieu scolaire est l'une de stratégies pour avoir une disponibilité optimale de moustiquaire après au moins 18 mois de la distribution de masse. Cette stratégie cible essentiellement les élèves de premier à sixième année primaire.

Les étapes de cette campagne se rapproche de la distribution de masse. Après la macro planification et la formation en cascade du niveau provincial jusqu'au niveau sous provincial, puis directement l'étape de vérification des effectifs réels des élèves ainsi que le nombre des enseignants, nombre de directeurs, les COPA et le nombre d'administratifs au sein de chaque école. L'équateur a connu le processus long suite au problème de déploiement de MILD dans le contexte de géographie compliqué donc plus de parties fluviales qui ont prolongé le temps de déploiement de MILD. Par contre pour Lomami, c'est le problème d'ordre administratifs qui avait prolongé le processus.

L'étude n'a pas noté dans les quatre provinces une différence significative avant et après la vérification des effectifs des élèves. L'explication pourrait être du fait que ces états de lieux étaient réalisés en général au deuxième trimestre par rapport à la rentrée scolaire donc il y a déjà la stabilité des élèves par rapport aux listes définitives car au premier trimestre on note souvent plus la déperdition des élèves, hormis la province de l'équateur qui a réalisé ces états de lieux au premier trimestre. En outre, la gratuité de l'enseignement au niveau primaire pourrait être aussi l'un de facteurs de stabilisation des élèves. Cette situation de non différence était aussi observé entre les données statistiques et les élèves servis en MILD donc les explications étaient similaires au précédent. Contrairement aux administratifs, le COPA et les écoles, nous avons noté une différence significative avant et après ces états de lieux. Ceci est dû puisque

les données statistiques étaient sous-estimées par les SOUS-PROVED car les statistiques des effectifs étaient plus documentés par rapport aux élèves et non pour les autres.

Notons que, une différence significative était notée entre les données des élèves issus des états de lieux et des servis dont en général le nombre des élèves servis était inférieur aux élèves des états de lieux, car certains vérificateurs de l'EPST ont simulé les données aux statistiques.

La distribution proprement dite s'effectuer durant un jour dans toutes les salles de classes mais de façon décalée selon la disponibilité de MILD dans chaque école. Les résultats des états de lieux étaient le sous-bassement pour la distribution de MILD. Mais nous avons noté que la distribution était réalisée à l'intervalle de 1 à 3 mois après la vérification des effectifs. En général, une fluctuation d'effectifs des élèves dans les écoles était observée lors de la distribution par rapport aux élèves dénombrés dans les 4 provinces. Plusieurs facteurs étaient évoqués de ces écarts, regroupés en deux: **ceux liés aux vérificateurs** dont la non utilisation des registres des élèves inscrits ou de listes définitives des élèves et registres de présences des élèves dans chaque salle de classe pour vérifier les effectifs réels mais ils ont tenu compte seulement de déclaration des directeurs qui n'ont pas aussi déclaré les vraies chiffres, le non-respect des critères de choix de vérificateurs qui en général soit n'habitaient pas le milieu ou l'aire de vérification d'où certaines écoles étaient oubliées soit l'utilisation des vérificateurs de l'EPST qui ont juste donné le même statistique des élèves qu'on trouve au niveau de sous-divisions, l'existence des écoles non fonctionnelles et non reconnues par les sous-divisions. **Ceux liés aux barrières naturelles** dont la redistribution des aires de vérificateurs sans tenir compte de montage, les distances, les rivières ou fleuve et d'autres entre une école à l'autre.

Notons que seule la province de l'Equateur qui a réalisé une couverture de 100% de distribution de MILD. Lors des états de lieux, quelques écoles étaient omises surtout dans la province éducationnelle de l'Equateur 1, et ces écoles ont été récupérées à partir des soldes de MILD des écoles avec moins des élèves par rapport aux états de lieux d'où toutes les MILD ont été distribuées. Les trois autres provinces n'ont pas réalisé les 100% de couvertures de distribution car la majorité des écoles non dénombré n'ont pas été servies en MILD bien qu'il y a eu de soldes dans la plupart des écoles. La province de MAI NDOMBE qui a eu la couverture la plus faible, étant une province plus riveraine, la proportion des écoles non vérifiées étaient plus élevées et certains vérificateurs ont utilisé les données statistiques.

L'effectif des élèves évolue de l'ordre décroissant de première à la sixième année primaire dans les quatre provinces. Les écarts entre deux classes étaient de 2% à 4%. Les élèves garçons étaient plus nombre que les élèves filles dans toutes les provinces concernées. Contrairement à la comparaison entre les données statistiques et des états de lieux aussi entre les données statistiques et des élèves servis en MILD qui n'ont pas montré une différence significative, la comparaison entre les données des états de lieux et de la MILD servis a montré une différence significative pour les élèves. D'où les données statistiques restent valables pour la planification et aussi pour la mise en œuvre.

Certaines informations dont le nombre des enseignants avant et après n'étaient pas renseignées dans la base de données d'où la difficulté d'analyse de cette variable.

5 CONCLUSION

La distribution de MILD en milieu scolaire est une approche très capitale pour augmenter la disponibilité de cet outil dans les Ménages car plusieurs études ont montré qu'il y a faible disponibilité de MILD au niveau de Ménage après 18 mois de distribution. Les données statistiques fournies par les sous-proved restent incontournable pour la planification de la campagne et aussi pour la mise en œuvre proprement dite pour éviter de soldes importants de MILD. La prise en compte des enseignants, des directeurs, les administratifs ainsi que le COPA s'avère aussi important pour leur motivation.

L'étape des états de lieux n'a pas prouvé sa pertinence d'être pour distribuer les MILD en milieu scolaire d'où nous pouvons se servir seulement de données des statistiques des écoles de deuxième trimestre ou un format réduit des états de lieux au niveau des sous-divisions pour organiser cette distribution dans le souci de réduire la durée moyenne du processus de cette campagne.

Une étude sur la disponibilité des MILD avant et après la campagne en milieu scolaire pourrait être important et aussi sur le coût moyen de MILD par élève à comparer avec le cout moyen de moustiquaire par personne lors de la distribution de masse de moustiquaires.

REFERENCES

- [1] Organisation mondiale de la Santé. Préparation à la certification de l'élimination du paludisme [Internet]. Genève: Organisation mondiale de la Santé; 2021 [cité 8 sept 2022]. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/348221>.
- [2] World Health Organization. World malaria report 2022 [Internet]. [cité 6 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2022>.
- [3] Rapport 2021 sur le paludisme dans le monde, Principaux messages. 2021.
- [4] Programme national de lutte contre le paludisme. Rapport d'activités 2021. Kinshasa; 2022 févr.
- [5] Alliance pour la prévention du paludisme (AMP). Rapport annuel 2021. 2022 juin.
- [6] Alliance pour la prévention du paludisme (AMP). Procédures pour l'évaluation de la qualité de l'enregistrement des ménages lors des campagnes de distribution massive de moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) et des activités de distribution de MII à l'aide de l'échantillonnage par grappes de l'assurance de qualité. 2022 sept.
- [7] Programme national de lutte contre le paludisme 2022. Manuel de planification et de mise en œuvre des campagnes de distribution des Moustiquaires Imprégnées d'Insecticide à Longue Durée (MILD dans les écoles en contexte Covid-19. 2021.
- [8] Acosta A, Obi E, Ato Selby R, Ugot I, Lynch M, Maire M, et al. Design, Implementation, and Evaluation of a School Insecticide-Treated Net Distribution Program in Cross River State, Nigeria. *Glob Health Sci Pract*. 27 juin 2018; 6 (2): 272-87.
- [9] World Health Organization. Achieving and maintaining universal coverage with long-lasting insecticidal nets for malaria control. 2017.
- [10] World Health Organization. Achieving universal coverage with long-lasting insecticidal nets in malaria control. 2013.
- [11] Plan-Strategique-National-de-lutte-contre-le-paludisme-2020-2023.pdf [Internet]. [cité 23 mars 2023]. Disponible sur: <http://pnlprdc.org/wp-content/uploads/2022/09/Plan-Strategique-National-de-lutte-contre-le-paludisme-2020-2023.pdf>
- [12] Stuck L, Lutambi A, Chacky F, Schaettle P, Kramer K, Mandike R, et al. Can school-based distribution be used to maintain coverage of long-lasting insecticide treated bed nets: evidence from a large scale programme in southern Tanzania? *Health Policy Plan*. 1 sept 2017; 32 (7): 980-9.
- [13] Koenker H, Worges M, Kamala B, Gitanya P, Chacky F, Lazaro S, et al. Annual distributions of insecticide-treated nets to schoolchildren and other key populations to maintain higher ITN access than with mass campaigns: a modelling study for mainland Tanzania. *Malar J*. 26 août 2022; 21: 246.
- [14] Rapport 2021 sur le paludisme dans le monde, Principaux messages. 2021; 24.
- [15] Rapport-annuel-2021-des-activites-de-lutte-contre-le-Paludisme-1.pdf [Internet]. [cité 13 sept 2022]. Disponible sur: <http://pnlprdc.org/wp-content/uploads/2022/09/Rapport-annuel-2021-des-activites-de-lutte-contre-le-Paludisme-1.pdf>
- [16] Programme national de lutte contre le paludisme. Plan strategique national de lutte contre le paludisme 2016-2020 RDC. 2016.
- [17] Programme national de lutte contre le paludisme. Plan strategique national de lutte contre le paludisme 2020-2023 RDC. 2020.
- [18] Institut National de la Statistique. Enquête par grappes à indicateurs multiples avec volet paludisme 2017-2018 RDC. 2019 déc.
- [19] PNLP. Plan de mise oeuvre de macroplanification province de l'équateur. 2021.
- [20] PNLP. Plan de mise oeuvre de macroplanification province de Lomami. 2021.
- [21] PNLP. Plan de mise oeuvre de macroplanification province de Maindombe. 2022.
- [22] PNLP. Plan de mise oeuvre de macroplanification province du Kongo Central. 2022.

Geological features of quartz veins in the southeastern part of the Comoé Birimian basin (Southeast Cote d'Ivoire, North Alépé)

Martial Pohn Koffi ADINGRA, Yao Augustin KOFFI, Fossou Jean-Luc Hervé KOUADIO, Likpia Ivanne Ange Theodora SIKELY, and Yacouba COULIBALY

Laboratory of Geology, Mineral and Energy Resources, Training and Research Unit in Earth Sciences and Mineral Resources, University Felix HOUPHOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The study area is located in the southeastern part of the Comoé basin (southeast of Côte d'Ivoire, north of the town of Alépé). The geology of this study area is marked by granitoids (two-mica bearing granites, granodiorites, microgranites and pegmatites) and metamorphic rocks (gneiss, micaschists, metawackes and schists) which are crossed by several quartz veins. The aim of this study is to identify the petro-structural and metallogenic features of the quartz veins in this part of the Ivorian birimian. The methodology used focused on geological surveys, petrographic descriptions (macroscopic and microscopic), structural analysis and metallogenic analyzed. The petro-structural study revealed the presence of saccharoid quartz veins, tourmaline bearing quartz veins, banded tourmaline quartz veins, biotite bearing quartz vein, translucent quartz veins, smoky quartz veins, white to milky white quartz vein. The morphology of the veins is variable: rectilinear or fusiform with a main NE-SW orientation and secondary orientations NNW-SSE and E-W. In addition, these veins are generally deformed in the form of folds, tension slots, sigmoidal figures. These structures demonstrate the existence of shear corridors. The presence of rolling extinction and quartz subgrains were highlighted by microscopic observations, confirming the dislocation creep mechanism. This mechanism indicates high temperature and differential stress conditions. Observations with metallographic microscopes coupled with geochemical analysis data show that sulphides and gold are present in the fracture planes and quartz subgrains and generally associated with the quartz-tourmaline veins. Hence, the interest in taking into account the quartz-tourmaline association in gold prospecting in the Birimian rocks.

KEYWORDS: Gold, Tourmaline, Quartz veins, Subgrains, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

The Birimian formations known to carry abundant mineralization [1], are unevenly distributed in the West African craton with a proportion of 35% for Côte d'Ivoire. The Ivorian territory is covered by two thirds of Birimian formations rich in gold sometimes associated with quartz veins. Therefore, quartz veins become an important structure for mineral exploration. Indeed, several gold deposits associated with quartz veins have been identified in Côte d'Ivoire: Tongon [2], Afema [3], Yaouré [4] and Agbaou [5]. The discovery of these resources generated numerous profits for the country. Also, the rise of new information and communication technologies and the increased need for high-tech equipment have led to growing interest in the exploration of these mineral resources. The geological rocks of the south-eastern part of the Comoé basin (north of the town of Alépé) contain numerous quartz veins. Indeed, apart from the studies by Delor et al. (1992) [6] on the presence of indices of alluvial diamond, lode gold, alluvial and rutile in this area and those of Adingra (2020) [7] on the Birimian geological formations of this region, very few geological studies exist on this area of Côte d'Ivoire. The quartz veins in this part of Côte d'Ivoire are diverse and hosted in tholeiitic and calc-alkaline volcanics, granitoids, volcano-sediments and metasediments. The main objective of this article is to contribute to the improvement of geological knowledge of quartz veins in this part of Côte d'Ivoire. The specific objectives are as follows: (i) determine the nature of the quartz veins in the study area; (ii) identify the different structures associated with the quartz veins studied; (iii) highlight the different metalliferous paragenesis present within the quartz veins of this part of Côte d'Ivoire.

2 GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL SETTINGS

The study area is located in the southeast of Côte d'Ivoire in the Mé region, north of the town of Alépé, approximately 45 km from Abidjan (economic capital). It is located between the latitudes 6°00'49" N and 5°29'36" N and the longitudes 3°47' 31" W and 3° 23' 13" W. It straddles two regions (the region of Mé and the South-Comoé region).

Geologically, Côte d'Ivoire is located at the south of West African craton, more precisely in the southern part of the Man Ridge. It is covered by 2 geological groups: the coastal sedimentary basin (2.5% of the territory) and the Precambrian basement (97.5%). The Precambrian basement is divided into 2 large domains separated by the Sassandra fault [8]: the Archean domain (3600-2500 Ma) to the west of the fault and the Paleoproterozoic domain (2500-1800 Ma), to the East where most of the gold mineralization is located and also our study area (Fig.1).

The Paleoproterozoic domain covers two thirds of the Ivorian territory and is characterized by Birimian rocks structured during the Eburnean orogeny (2500 to 1600 Ma). These rocks are represented by an alternation of greenstone belts and Birimian sedimentary basins-oriented NNE-SSW, all intruded by several generations of granitoids. These rocks are affected by epi to mesozonal metamorphism [9], [10], [11]. In total, seventeen Birimian volcano-sedimentary furrows have been identified in Côte d'Ivoire [9], [12]. Most of the known gold mineralization in Côte d'Ivoire is located in these volcano-sedimentary furrows [7].

According to Leube et al. (1990) [13], Milési et al. (1992) [14] and Klemb et al. (2002) [15]), the Birimian greenstone belts formed by progressive amalgamation of juvenile island arcs and oceanic plateaus, subsequently thickened by intrusion of late-kinematic, basin-type granitoids and compressional deformation, during which structurally controlled, meso- thermal lode-gold deposits formed. Quartz veins related to gold deposit have been identified by several authors in Birimian rocks [13], [14], [15], [4], [16], [17].

The study area is made up of Birimian rocks which are tholeiitic and calc-alkaline volcanics, granitoids, volcano-sediments and metasediments [6]. This area is consisting of two micas bearing granites, granodiorites, gneisses, amphibolites, mylonites, metasediments and several generations of pegmatite and quartz veins [7]. At the structural level, it is crossed by a major structure which is a dextral shear corridor-oriented NE-SW called SSC (Sunyani-Sefwi-Comoé) [18]. This corridor extends into Ghana (Fig.2).

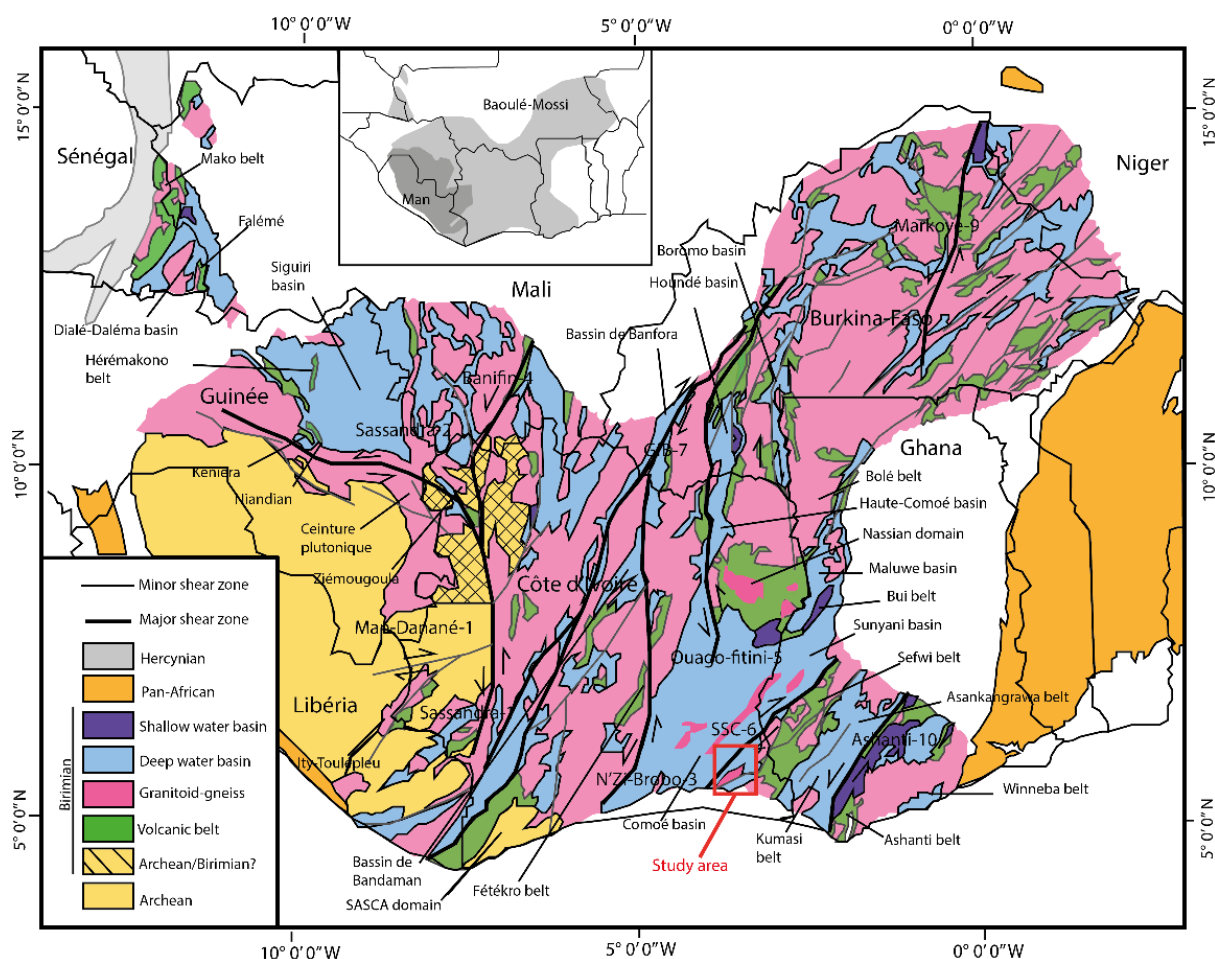


Fig. 1. Simplified tectonic map of the West African Craton showing the location of the study area (Grenholm, 2014 [19] modified)

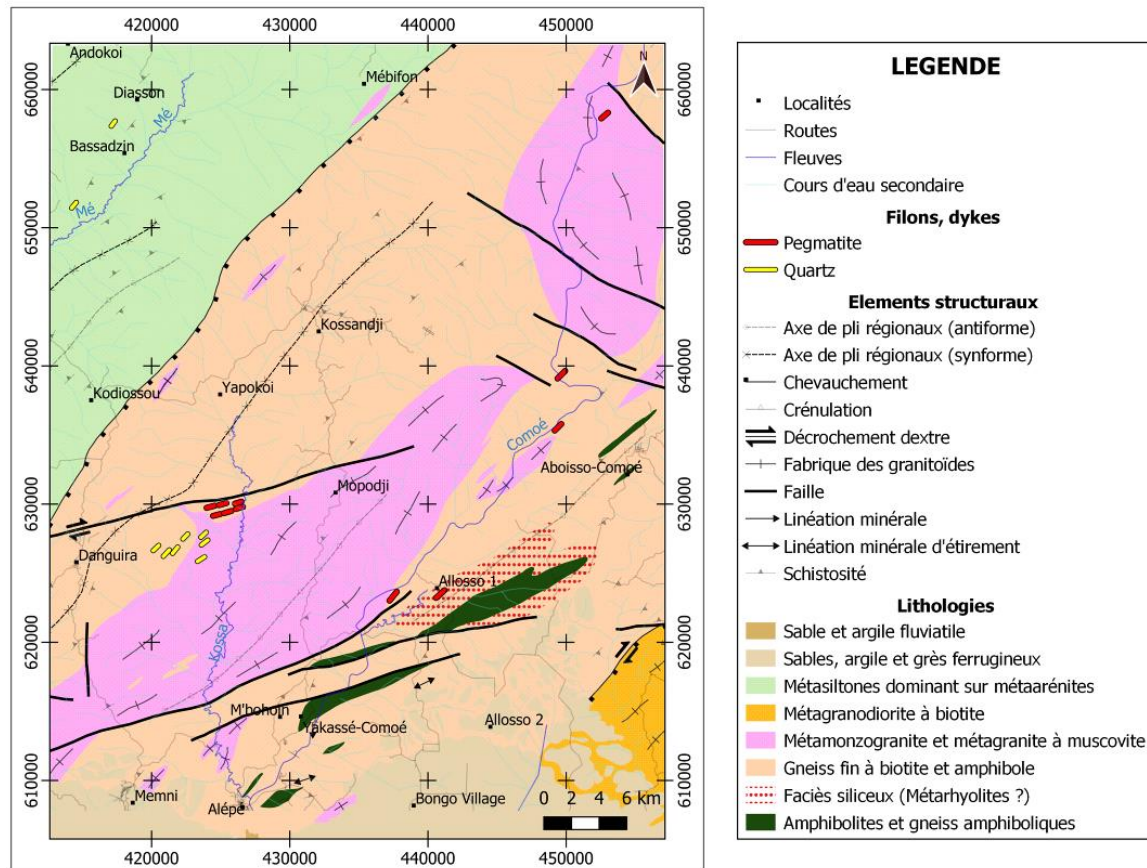


Fig. 2. Geological map of study area (from Delor et al., 1992 [6] modified)

3 METHODOLOGY

The methodology used for this work began with documentation, followed by field work (macroscopic petrography and structural analysis) and ended with laboratory work (microscopic petrography, XRD analysis and geochemical analysis). This involved several disciplines, including petrography, structural analysis and metallogeny.

Several quartz samples were taken during the various field missions for laboratory analysis. Seven polished thin sections were prepared at the Geology, Mineral and Energy Resources laboratory of the Université Félix Houphouët Boigny. Six samples were sent to the "Société pour le développement minier de la Côte d'Ivoire" (SODEMI) for geochemical analysis to determine the gold content in each sample. The method used for gold is fire assay.

X-ray diffractometer (XRD) analysis was carried out at the the scientific pole of Félix Houphouët Boigny University. This analysis helps us to identify the different mineral phases present in the six samples.

4 RESULTS

The results obtained from this study have been structured into three groups: petrographic data, structural data and metallogenic data.

4.1 PETROGRAPHIC DATA

The macroscopic and microscopic petrographic study showed that the study area is crossed by several types of quartz veins hosted in magmatic and metamorphic rocks. The quartz veins observed are smoky quartz veins, banded quartz-tourmaline veins, saccharoid quartz veins, tourmaline bearing quartz veins, translucent quartz veins, biotite bearing quartz veins and milky white quartz veins.

- Smoky quartz veins

Smoky quartz veins have micro-fractures filled with carbonates. This is a grey-coloured quartz in the form of segments that are variously oriented in places, with several micro-fractures full of white minerals that effervesce in the presence of hydrochloric acid (Fig. 3A).

Microscopically, these quartz minerals are anhedral, with low relief, colourless and perfectly clear. These unaltered minerals sometimes show recrystallisation with small quartz grains found around large quartz crystals. These grains are also found in fractures. All those observations indicate that we have two generations of quartz. The second comes from the first in the form of small grains and the first in the form of large quartz crystals (Fig. 3 B&C).

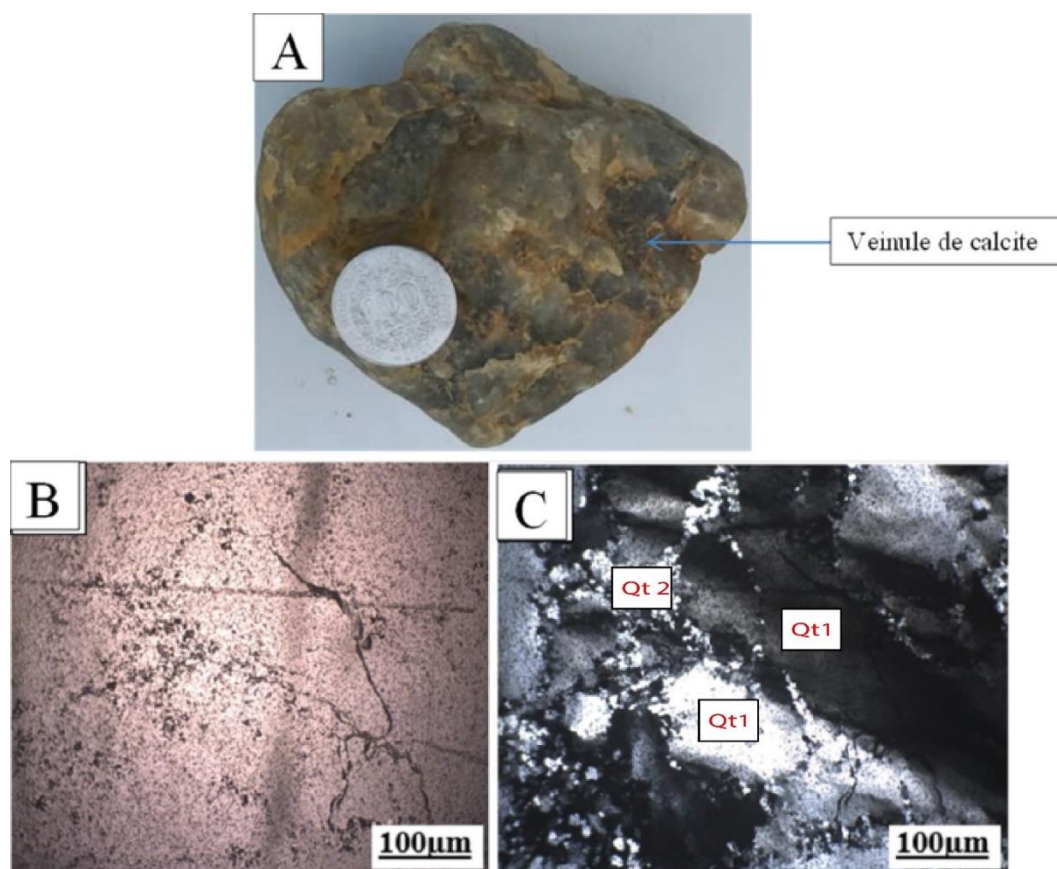


Fig. 3. Macroscopic and microscopic aspects of smoky quartz

(A): smoky quartz sample; (B): microscopic observation in LPNA of smoky quartz; (C): microscopic observation in LPA of smoky quartz. (Qt 1): 1st generation of quartz; (Qt 2): 2nd generation of quartz.

- Saccharoid quartz veins

They outcrop in the form of a quartz block with white and milky white sugar crystals. The white crystals are intersected by the milky white crystals. This block of saccharoid quartz has several differently oriented fractures. This sample has brown to orange spots due to weathering. It contains veinlets of carbonate minerals because of effervescence reaction in the presence of hydrochloric acid (Fig. 4A&B).

Microscopically, the veins appear as large crystals and small crystals with the presence of opaque minerals. This sample shows two generations of quartz. The primary generation is large crystals and the secondary generation is the sub-grains crystals. Inside the fractures are a few small, opaque and euhedral minerals (Fig. 4 C&D).

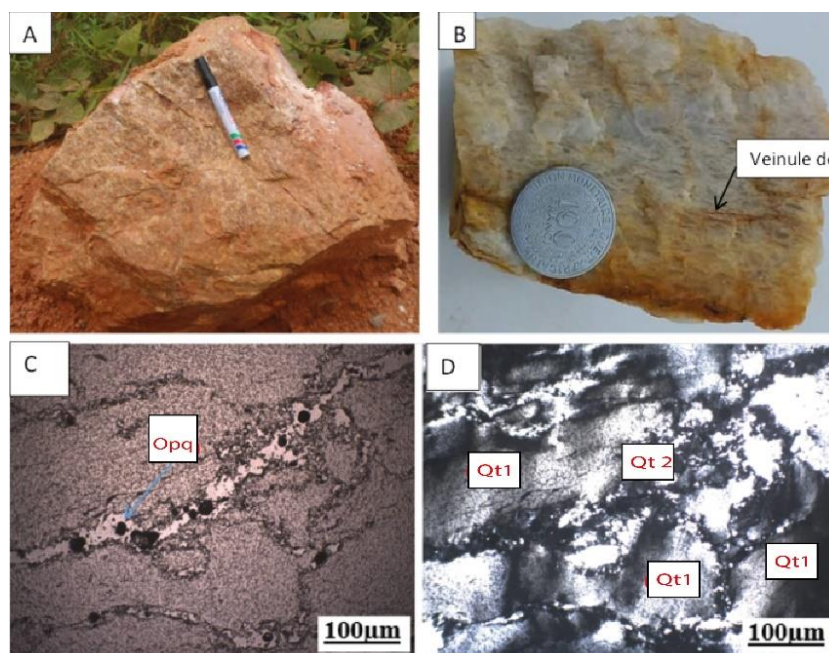


Fig. 4. Macroscopic and microscopic aspects of saccharoid quartz

(A): Outcrop of saccharoid quartz; (B): saccharoid quartz sample showing a calcite veinlet; (C): saccharoid quartz in LPNA; (D): saccharoid quartz showing the quartz subgrains in LPA. Qt 1: First generation of quartz; Qt 2: second generation of quartz; Opq: opaque minerals.

- Milky quartz veins

These are rectilinear, decimetre-thick quartz veins, mottled brown to orange in colour due to weathering, with several fractures of varying orientation set in laterites. These fractures are empty or sometimes filled with carbonates (Fig. 5A).

Microscopic observation revealed the presence of quartz only. It shows the beginnings of crystal recrystallisation through the presence of sub-grains. These sub-grains are in small quantities and are found around the large quartz crystals (Fig. 5B&C).

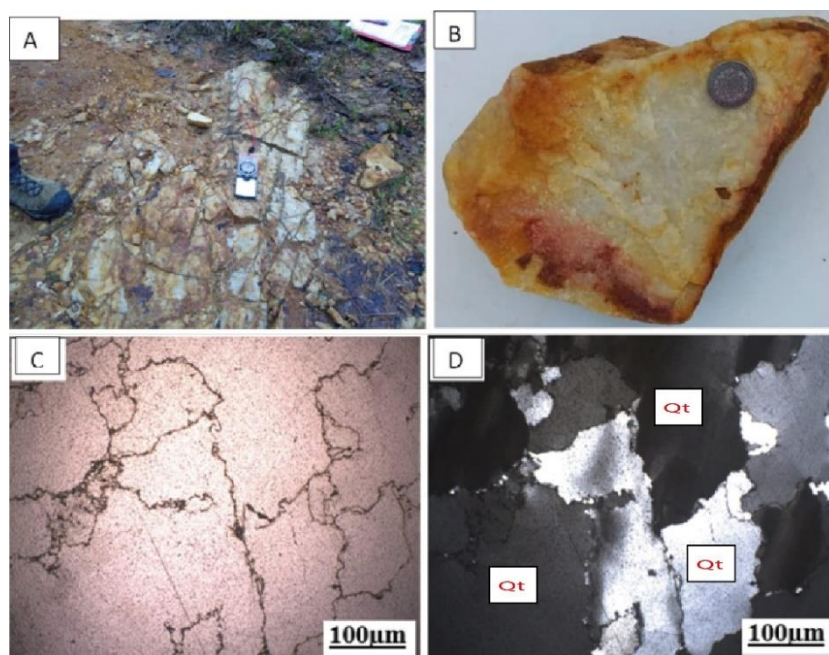


Fig. 5. Macroscopic and microscopic aspects of milky quartz

(A): Outcrop of milky quartz; (B): milky quartz sample; (C): milky quartz in LPNA; (D): milky quartz showing the quartz subgrains in LPNA. Qt 1: First generation of quartz; Qt 2: second generation of quartz; Opq: opaque minerals.

- Biotite bearing quartz veins

These are white quartz veins, centimetric to decimetric in thickness, and non-rectilinear. The sample has several milky-white cracks. The hydrochloric acid test on these cracks produced an effervescence that indicated the presence of carbonates (Fig. 6A&B).

At the microscopic level, 3 minerals have been identified in order of abundance: quartz, biotite and opaque minerals. In natural light (LPNA), biotite is brown, euhedral with a medium relief and perfect cleavage in longitudinal section. It is found in micro-fractures. Opaque minerals are very small, few in number and euhedral (Fig. 6C&D).

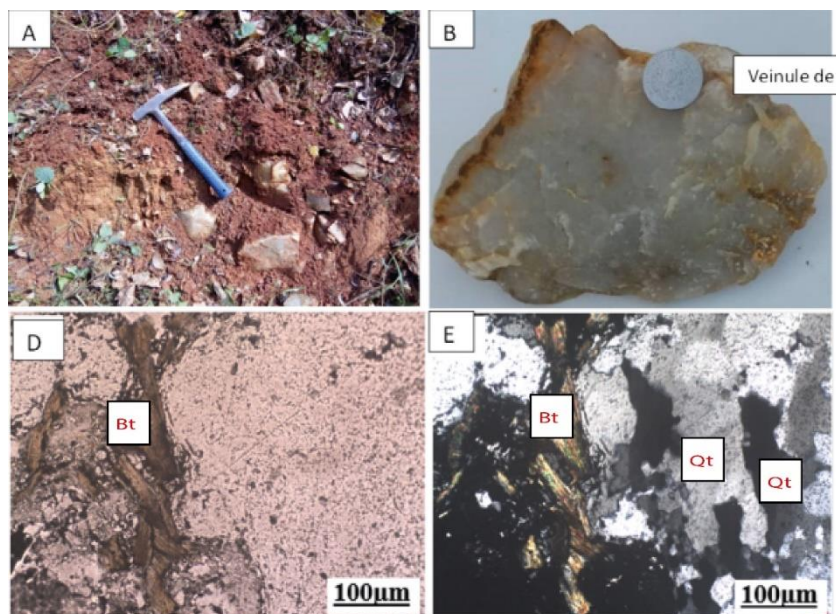


Fig. 6. Macroscopic and microscopic aspects of biotite bearing quartz veins

(A): Biotite bearing quartz outcrop; (B): biotite bearing quartz sample; (C): biotite bearing quartz in LPNA; (D): biotite bearing quartz in LPA; (Qt): quartz; (Bt): biotite

- Banded tourmaline quartz veins

These veins are composed of alternating dark bands of tourmaline and light bands of quartz. They are centimetre-thick and segmented (Fig. 7A&B).

Under the microscope, tourmaline appears as a subeuhedral to euhedral mineral with strong relief, colour, fractures and a bright hue. It is later than quartz minerals because it is found superimposed on quartz or in the vicinity of quartz (Fig. 7C&D).

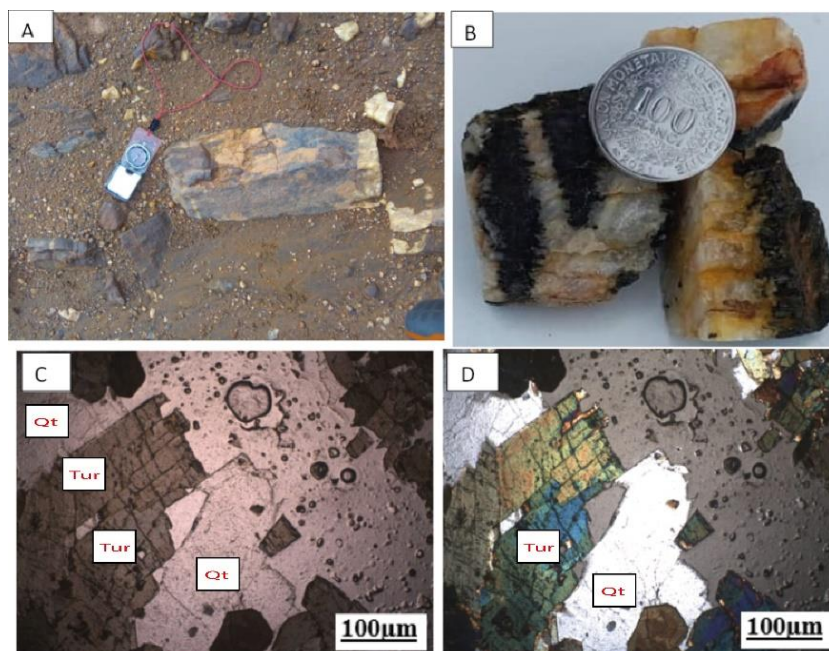


Fig. 7. Macroscopic and microscopic aspects of banded tourmaline quartz veins

(A): Banded tourmaline quartz outcrop; (B): banded tourmaline quartz sample; (C): banded tourmaline quartz in LPNA; (D): banded tourmaline quartz in LPA; Qt: quartz; Tur: tourmaline.

- Tourmaline bearing quartz veins

These are veins of white quartz with the presence of tourmaline minerals. The sample shows several full or empty fractures intersecting each other. The veinlets observed are milky white in colour and have an effervescent reaction to acid. This sample therefore contains calcite veins and veinlets (Fig. 8A&B). Quartz, tourmaline and opaque minerals were observed under the microscope. Quartz is present in large quantities and in anhedral form, while tourmaline is present in very small quantities and in clusters in one part of the vein. The opaque minerals are very small in size and scattered in the fractures intersecting the veins (Fig. 8C&D).

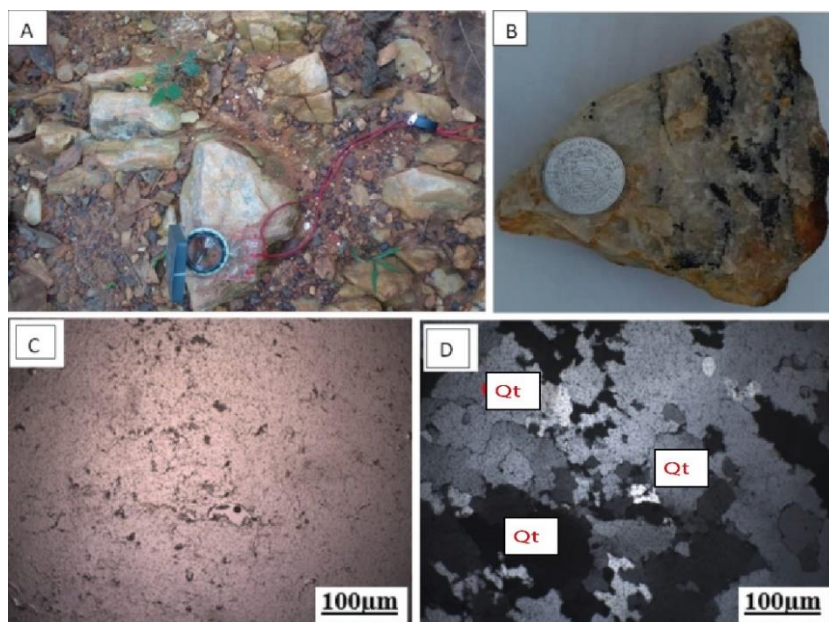


Fig. 8. Macroscopic and microscopic aspects of the tourmaline bearing quartz vein

(A): Tourmaline quartz outcrop; (B): tourmaline quartz sample; (C): tourmaline quartz in LPNA; (D): tourmaline quartz in LPA; Qt: quartz.

- Translucent quartz veins

These are boudin veins, sheared into echelons in the laterites, and contain two types of quartz: a colourless quartz which intersects a white to milky-white quartz. These two different veins are intersected by calcite veinlets. The colourless crystals predominate over the white crystals in this vein (Fig. 9). The only mineral observed under the microscope is quartz. This mineral appears in a stretched form with rolling extinction.

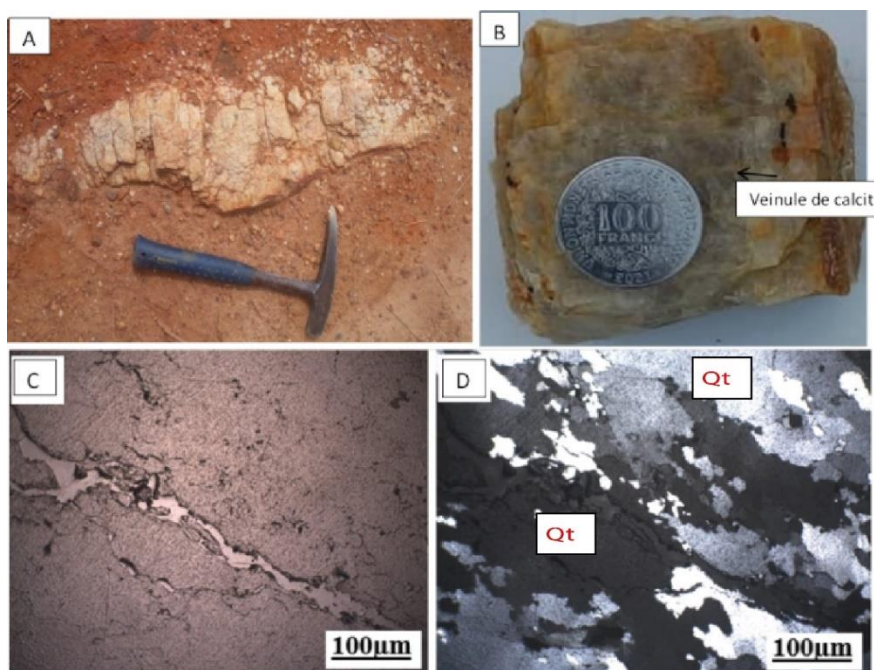


Fig. 9. Macroscopic and microscopic aspects of the translucent quartz vein

(A): outcrop of translucent quartz vein; (B): sample of translucent quartz vein; (C): quartz vein translucent in LPNA; (D): stretched quartz mineral in LPA; Qt: quartz.

4.2 STRUCTURAL DATA

These data consist of ductile and brittle structures.

4.2.1 DUCTILE STRUCTURES

They are made up of folded veins (macroscopy) and dislocation creep (microscopy).

- Folded veins

The folded quartz veins are found in the laterite and micaschists. The folded vein hosted in the laterite shows a W-shaped entrainment fold with an axial plane oriented N40° (Fig. 10A). This type of fold is typical of hinge zones. The quartz vein hosted in the micaschist has a S-shaped fold, observed in the Songan classified forest. The axial plan of the fold is oriented N58° and is oblique to the NNW-SSE oriented shear plane (Fig. 10B). These structures show that the veins underwent in ductile deformation.

- Dislocation creep

A dislocation in the crystalline system is a deformation of the crystals under the effect of stress and slippage along defects in the crystal lattice. This type of creep forms a particular texture under the microscope. This is the mosaic texture with rolling extinction. This textural characteristic results from the dislocation of large quartz crystals edges into small grains that crystallise under the new temperature and pressure conditions. These sub-grains constitute a second generation of quartz, which in our case is associated with opaque minerals. This is a dynamic recrystallisation that follows the fracture planes linked to the quartz veins (Fig. 10 C&D).

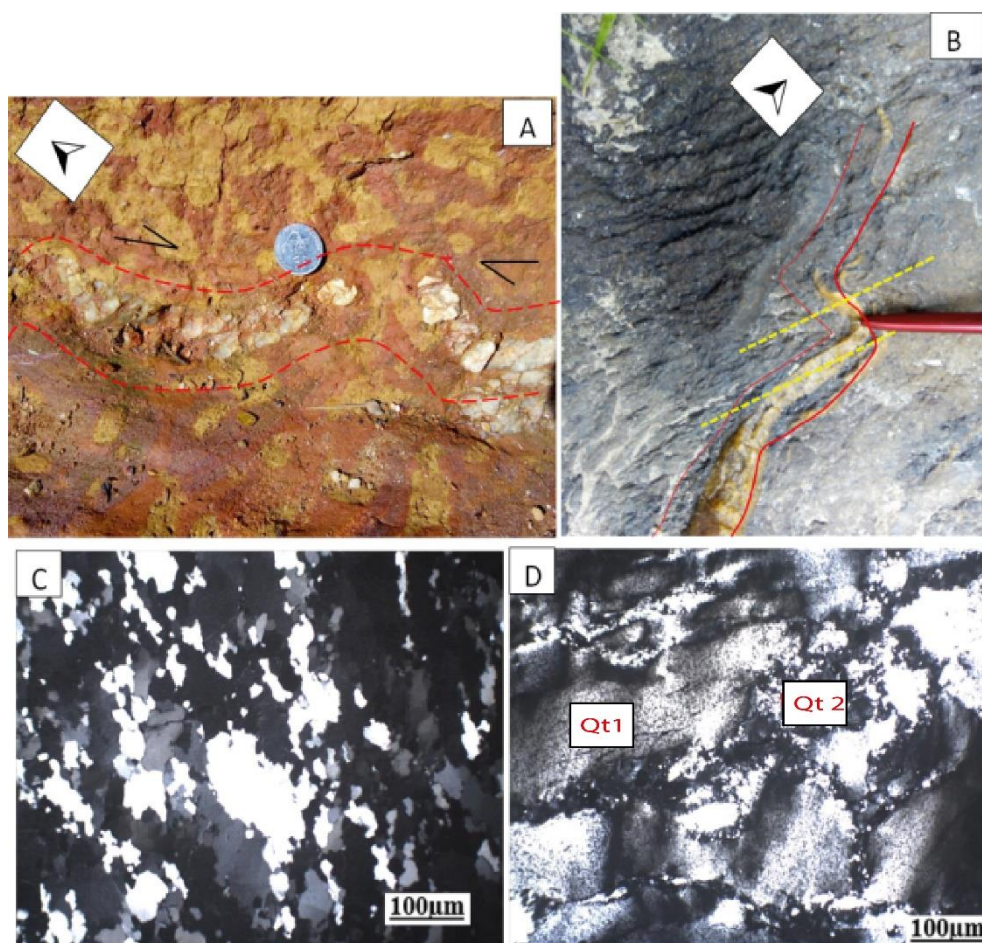


Fig. 10. Macroscopic and microscopic aspects of the different ductile deformations

(A): W-shaped fold in the laterite with an axial plane oriented $N40^\circ$; (B): S-fold in micaschist with axial plan oriented $N58^\circ$; (C&D): characteristics of dislocation creep; (C): rolling extinction of quartz and quartz crystals following one direction; (D): recrystallization of quartz crystals in the fracture planes. Qt1: first generation of quartz; Qt2: second generation of quartz.

4.2.2 BRITTLE STRUCTURES

They consist of fractures and fracture schistosity.

- Fractures

They are observed in all lithologies of the study area. Networks of conjugated fractures can be observed in quartz veins but also in other lithologies (Fig. 11A&B). The fractures are generally oriented NE-SW, E-W and NW-SE. The fractures oriented $N45^\circ$ and $N86^\circ$ are conjugated and intersected with each other and intersect fractures $N172^\circ$ (Fig. 11 B).

- Fracture schistosity

A fracture schistosity was identified in a quartz vein sheared in dextral movement oriented $N75^\circ$ (ENE-WSW). The fracture schistosity observed is oriented $N30^\circ$ (NE-SW). This NE-SW schistosity is associated with dextral ENE-WSW shearing in a shear corridor (Figure 12C).

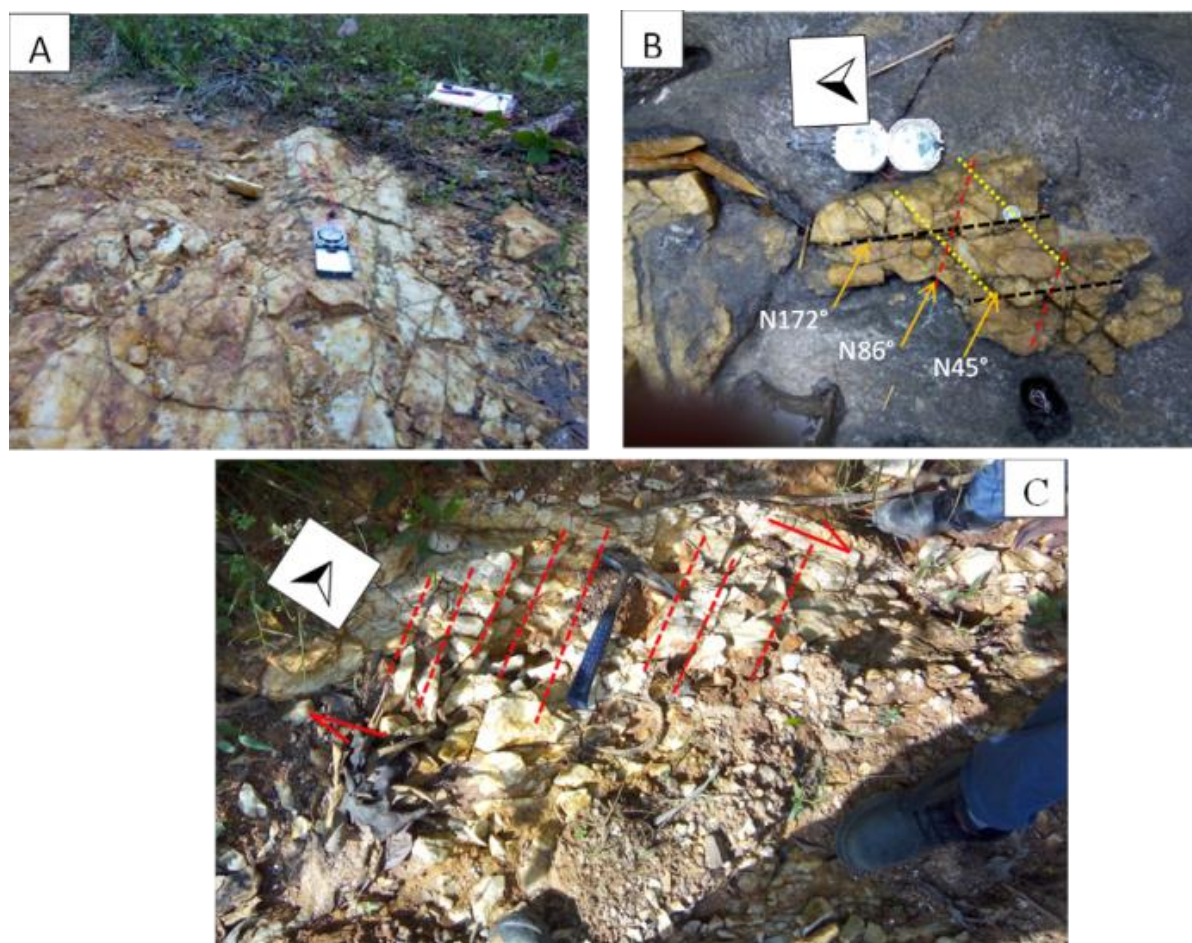


Fig. 11. Macroscopic aspects of the brittle deformations

(A): fractures in a straight vein; (B): multiple fractures in quartz vein; (C): fracture schistosity oriented N30° in a quartz vein sheared in dextral movement;

4.3 METALLOGENIC DATA

The metallogenic study consisted of determining the metalliferous nature of the veins. It began with a study using a reflected-light optical microscope, followed by analysis on gold and finally by XRD.

4.3.1 METALLOGRAPHIC FEATURES

Samples observed under a reflected-light optical microscope revealed the presence of opaque minerals. These minerals have been observed under a transmitted-light optical microscope. The minerals are generally very small, disseminated in fractures, with a metallic brightness, various shapes (elongated, rounded), yellow to golden yellow in colour. They have similar characteristics to sulphides such as chalcopyrite and pyrite. Sulphides are often found disseminated in the veins or following the fracture planes. Sulphides are also mobilised around and/or in quartz veins (Fig. 12).

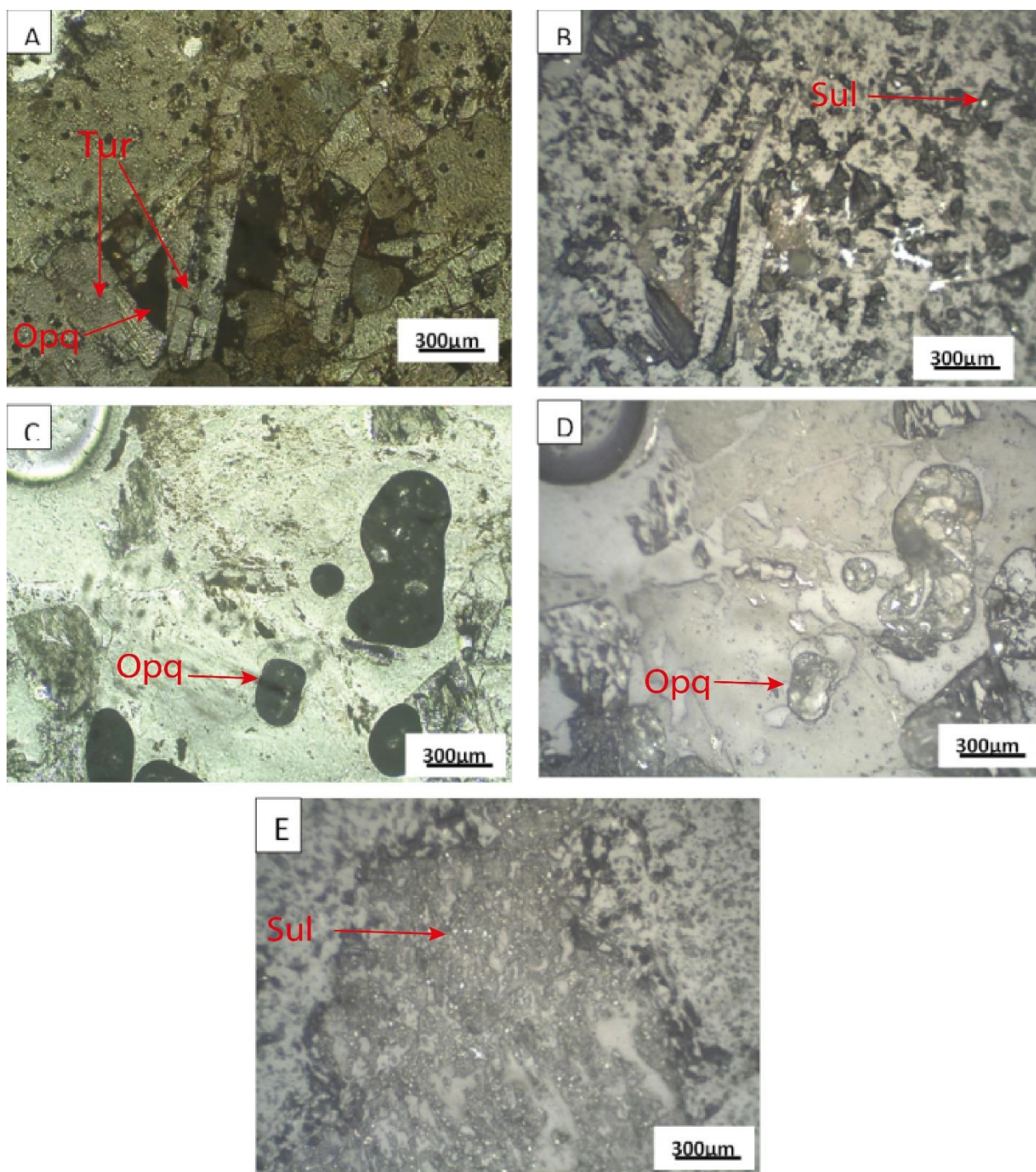


Fig. 12. Microscopic aspects of sulphides in quartz veins in the study area

(A): opaque minerals in banded tourmaline quartz in LPA; (B): sulphides in banded tourmaline quartz in reflected light; (C): tourmaline quartz vein in LPA showing opaque minerals; (D): tourmaline quartz in reflected light showing sulphides; (E): sulphides hugging a fracture plane in biotite quartz in reflected light. Tur: Tourmaline; Opq: opaque minerals; Sul: sulphides

4.3.2 GOLD CONTENT

Table I presents the results obtained for gold analyzed in the quartz vein samples. The results indicate the presence of gold in the saccharoid quartz, biotite quartz, banded tourmaline quartz and tourmaline quartz samples. The banded tourmaline quartz sample taken from a shear corridor and the tourmaline quartz are the samples with the highest gold content (Fig. 13). Consequently, the presence of tourmaline associated with quartz could be an excellent indicator of gold mineralisation in the study area.

Table 1. I: Gold content of some samples

Vein types	Au (ppb)
Smoky quartz	<2
Saccharoid quartz	2
Milky white quartz	<2
Biotite quartz	2
Banded quartz-tourmaline	9
Tourmaline bearing quartz	17

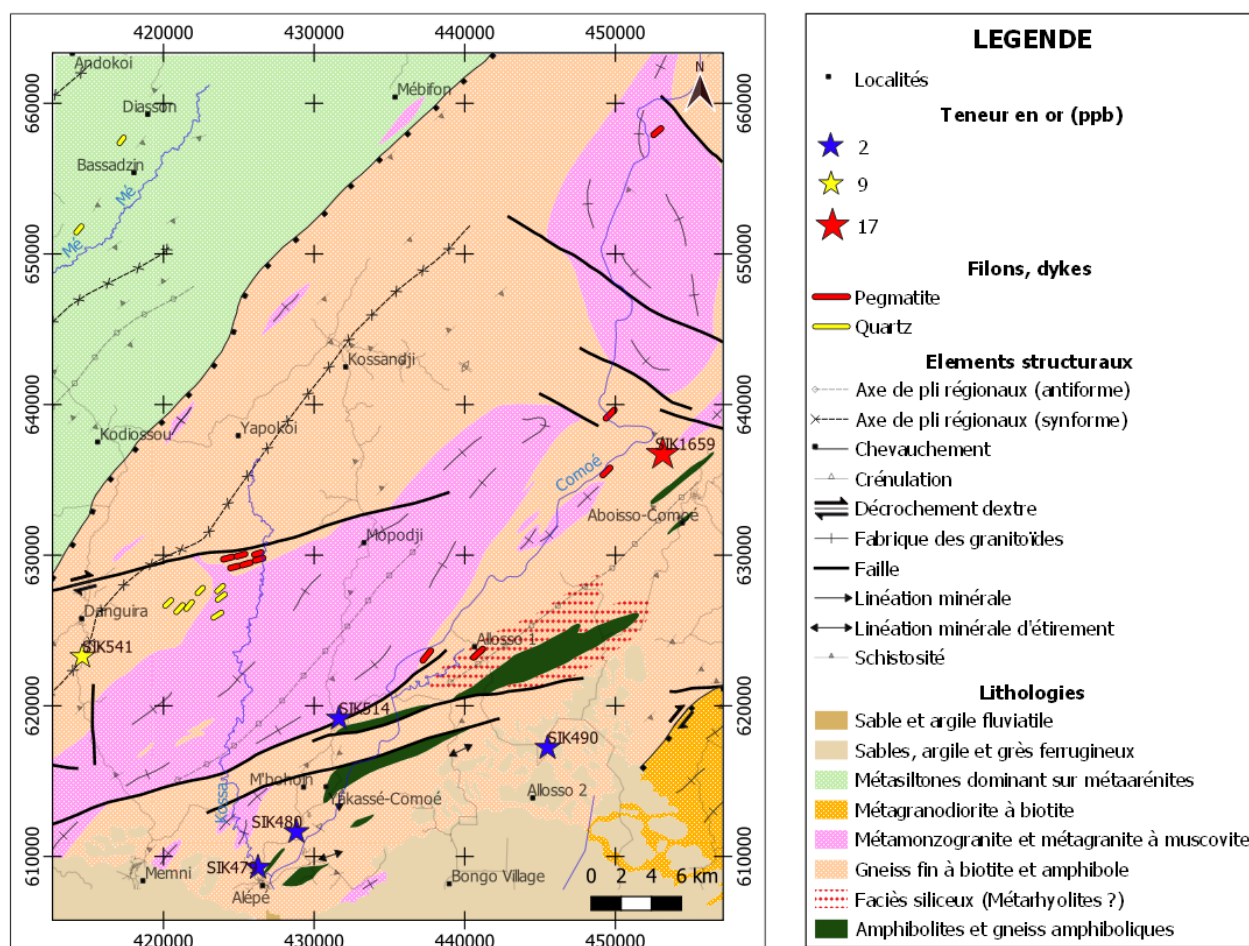


Fig. 13. Location map of samples analyzed on geological background (Delor et al., 1992 [6] modified)

5 X-RAY DIFFRACTOMETER ANALYSIS

This analysis revealed more than 2 mineral phases in the samples SIK541 (banded tourmaline quartz sample) and SIK1659 (tourmaline quartz sample). For samples SIK479 (smoky quartz), SIK480 (saccharoid quartz), SIK 490 (milky white quartz), the diffractogram graphs obtained by qualx software showed a single phase identified as quartz crystals. For samples SIK 541 and SIK1659, the diffractograms show three crystalline phases. These phases were identified in order of decreasing abundance. They are quartz, tourmaline and gold crystalline phases (Figure 14A&B). This analysis confirms that the presence of tourmaline associated with quartz is indicative of gold mineralization in the study area.

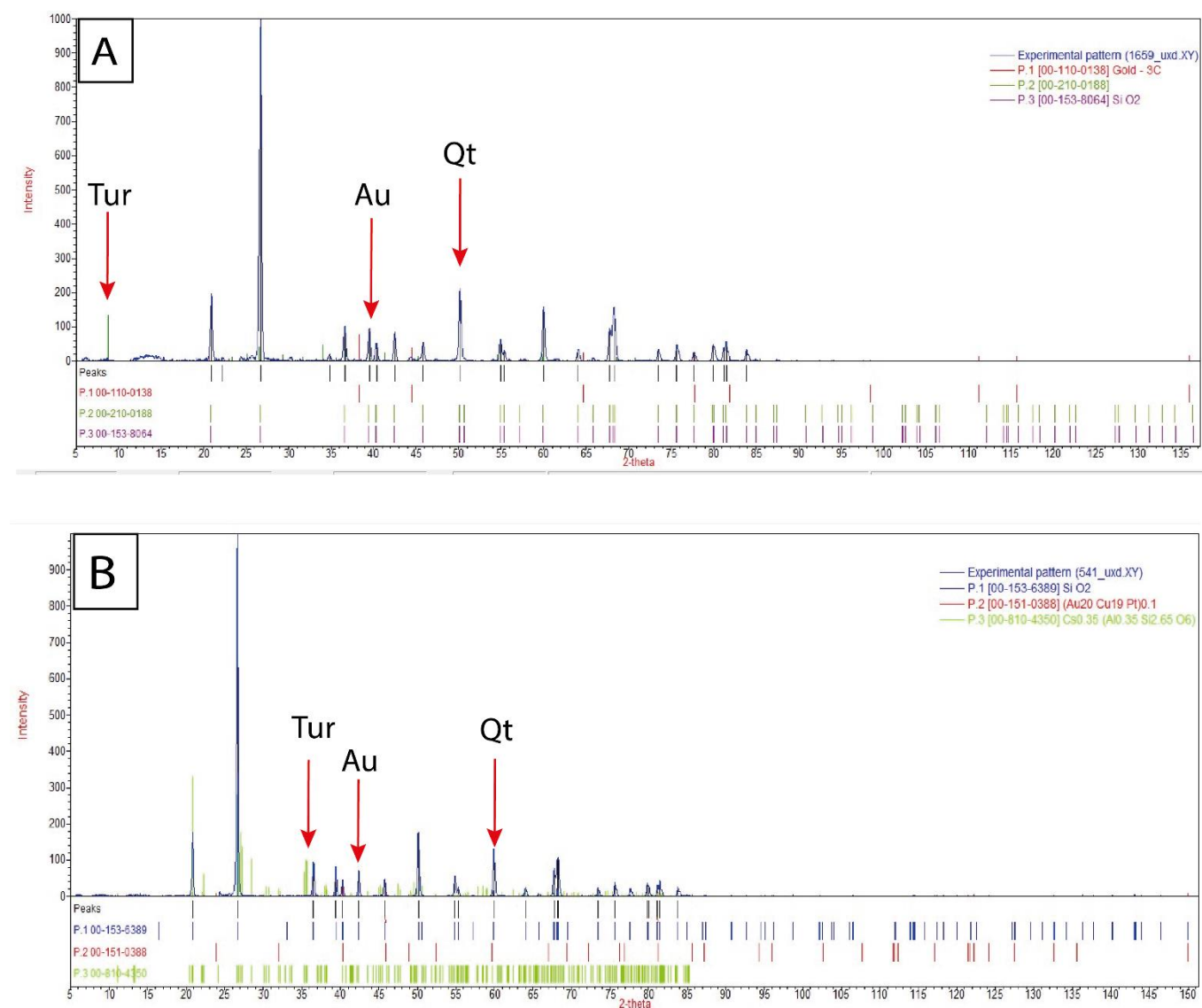


Fig. 14. Diffraction patterns of quartz veins in the study area

(A): Diffraction pattern of Tourmaline bearing quartz vein (SIK 1659); (B): Diffraction pattern of banded tourmaline quartz vein (SIK 541)
Qt: quartz; Tur: tourmaline; Au: Gold

6 DISCUSSION

This section will summarise the results obtained and compare them with those of other authors. The discussion will cover petrographic, structural and metallogenic aspects.

6.1 PETROGRAPHIC ASPECTS

A study of the quartz veins in the south-eastern part of the Comoé basin has revealed several types of veins. These veins are hosted in two-mica granites, granodiorites, micaschists, gneisses and laterites. These rocks are highly deformed, producing fracture permeability for hydrothermal fluids.

There are banded tourmaline quartz veins, biotite quartz veins, tourmaline quartz veins, saccharoid quartz veins, milky white quartz veins, smoky quartz veins and translucent quartz veins. These veins were highlighted by the work of Adingra (2020) [7], with the exception of the saccharoid veins, tourmaline quartz veins and biotite quartz veins. In his work, he describes tourmaline quartz veins as alternating dark tourmaline minerals and light quartz minerals. In the present study, this type of vein has been identified as the banded tourmaline quartz vein, because another type of quartz vein containing tourmaline minerals has been identified. In addition, the work of Perrouty (2015) [16] in the

WASSA deposit in south-west Ghana, and that of Assié (2008) [3] in the Afema deposit in south-east Côte d'Ivoire, characterise similar veins to which they add quartz-carbonate veins.

It should be noted that the quartz veins in the study area are intersected by non-penetrative calcite veinlets, which would therefore have an exogenous origin. The presence of numerous veins implies that large quantities of hydrothermal fluids have passed through the lithological formations in the south-eastern part of the Comoé basin, and that these have considerable permeability in the form of fissures or interconnected pore spaces. Hydrothermal vein alteration has therefore affected the healthy rocks in the study area, mainly the formations present in the deformed zones. Hydrothermal fluids clog or fill fractures. In the study area, it can be summed up as veins and veinlets generally affecting all the lithologies in the study area, with variable thicknesses ranging from millimetres to centimetres. The main minerals that very often fill the fractures are quartz and calcite. The silica-rich hydrothermal fluids cooled and crystallised in the fractures in the host rock. Patches of carbonate (calcite) can be seen in the shoulders of quartz veins.

6.2 STRUCTURAL ASPECTS

Structurally, the main direction of the veins studied is NE-SW, followed by a secondary NNW-SSE direction and an E-W direction. These same directions were highlighted in the work of Adingra (2020) [7]. On the other hand, the work of Diakit  (2019) [20] in the Al p  area indicates the NNW-SSE direction as the dominant direction and WNW-SE as the secondary direction. The work by Teha (2019) [21] in the south-western Como  basin shows NW-SE as the main direction and NNE-SSO, N-S and ENE-ONO as secondary directions.

These veins are deformed both macroscopically and microscopically. They exhibit W and S folds, fracture schistosity, shears, tension cracks, sigmoidal figures and fractures, and dynamic quartz recrystallisation with the formation of secondary minerals. These microstructural features of these veins are similar to those observed by Ouattara (2015) [17] in the Bonikro deposit. In his work on the Bonikro deposit he indicates that two generations of quartz can be observed in the veins; a primary one that has undergone fracturing thus giving secondary quartz made up of fine crystals occupying primarily the spaces between the altered minerals. The structures show a dextral shear-oriented ENE-WSW, unlike the sigmoidal quartz figures identified in the micaschists, which indicate a sinistral shear oriented N170 .

Consequently, all these structures linked to the quartz veins indicate the presence in the study area of a NE-SW trending shear corridor with dextral movement.

According to Passchier and Trouw (1998) [22], evidence for the existence of a shear corridor includes sigmoidal structures, shear joints or veins, boudins, shear-schistosity plane associations (C/S structure) and folds.

This result corroborates those of Jessel et al (2012) [18], who characterised the shear corridor as the major structure that crosses the study area and named it SSC (Sunyani-Sefwi-Como ) and proposed a dextral movement to this corridor. Work by Adingra (2020) [7] confirms the presence of dextral shearing-oriented NE-SW.

This analysis indicates that the study area is an attractive prospect for mining. According to Sonnendruker (1969) [23], particular structures such as echelon cracks, schistosity, quartz and pegmatite veins, boudins, mineral stretching lineations, detachments, sigmoid figures, quartz veins, fractures and intra-foliar folds are zones of particular importance for the emplacement of deposits.

6.3 METALLOGENIC ASPECTS

The metallogeny of the quartz veins in the study area revealed gold mineralisation and the presence of sulphides specifically in the quartz-tourmaline veins, in the biotite quartz veins and in the deformed veins. These minerals are mostly found in highly deformed zones and also in secondary quartz minerals. Ouattara (2015) [17] in his work on the Bonikro deposit finds that secondary quartz is regularly associated with sulphides and calcite. This is a vein-type mineralisation that is said to have developed under structural control. This vein-type mineralisation has already been reported in most of Côte d'Ivoire's Birimian gold deposits: Tongon (Lawrence et al., 2017) [2], Angovia (Coulibaly et al, 2008) [4], Af ma (Assi , 2008; Kadio [3] et al., 2010 [24]), Agbahou (Houssou, 2013), the Bobosso deposit (Gnanzou, 2014) [25] and Bonikro (Ouattara, 2015) [17] in West Africa (Milési et al., 1989 and 1992 [1], [14]). Elsewhere, the Sigma mine in Canada (Robert et al., 1983) [26] and the Wassa mine (Perrouy, 2015) [16] show the same configuration.

This study highlighted that quartz-tourmaline veins taken in shear and fracture zones are richer in gold than other veins. This result corroborates the work of Perrouy (2015) [16], he classifies quartz veins associated with tourmaline, sericite, sulphides as the quartz generation containing the highest gold content in the WASSA deposit in Ghana east of the study area. They add that the highest grades were obtained in drill hole zones showing the presence of lenses, veins and veins of quartz $\pm$ tourmaline caught in fractures, faults or shear zones. He thus characterises the mineralisation associated with the quartz veins as post-dating the formation of the veins but syngenetic with the deformation. Furthermore, it can be assumed that the quartz veins in the zone have deformation-syngenetic mineralisation, although no drilling has been carried out. This mineralisation is also more significant with the presence of tourmaline or secondary minerals such as biotite and sulphides.

7 CONCLUSION

This work highlighted the petrographic, structural and metallogenic characteristics of the quartz veins in the south-eastern part of the Comoé basin.

Field and laboratory work revealed the presence of smoky quartz veins, saccharoid quartz veins, banded quartz-tourmaline veins, biotite bearing quartz veins, tourmaline bearing quartz veins and translucent and milky white veins. These veins are hosted by two-mica granites, granodiorites, micaschists, gneisses and laterites.

Structural studies of the veins have revealed a dominant NE-SW direction followed by secondary NNW-SSE and E-W directions. These veins are highly deformed, with W and S folded structures, tension cracks, fractures, sigmoidal and shear figures. All these features indicate the presence of a shear corridor, which is a regional corridor-oriented NE-SW. The microstructural analysis showed rolling extinction and two generations of quartz. The first, in the form of large crystals, underwent creep by dislocation, resulting in a second generation in the form of small grains.

The metallogenic nature of the veins was demonstrated by microscopic observation, gold analysis and X-ray diffractometry. The tourmaline quartz veins are rich in sulphides, with the presence of gold. The study area is therefore suitable for mineral exploration.

ACKNOWLEDGMENTS

I want to thank all the co-authors for their contribution for this work. Special thanks to Miss Sikely and to the scientific pole of the University Félix Houphouët Boigny at Bingerville (for XRD analysis)

REFERENCES

- [1] Milési, J.P., Feybesse, J.L., Ledru, P., Dommanget, A., Ouedraogo, M.F., Tegye, M., Calvez, J.Y., & Lagny, P., 1989. Les mineralisations aurifères de l'Afrique de l'Ouest et leur évolution litho-structurale au Protérozoïque inférieur. *Chronique de la Recherche Minière*, 497, 3-98.
- [2] Lawrence, D.M., Allibone, A.H., Chang, Z., Meffre, S., Lambert-Smith, J.S., Treloar, P.J., 2017. The tongon au deposit, northern Côte d'Ivoire: An example of paleoproterozoic skarn mineralization. *Econ. Geol.* 112, 1571–1593. <https://doi.org/10.5382/econgeo.2017.4522>.
- [3] Assié, K. E., 2008. Lode gold mineralization in the Paleoproterozoic (Birimian) volcano-sedimentary sequence of Afema gold district, southeastern Côte d'Ivoire. PhD University of Clausthal, Germany, 198p.
- [4] Coulibaly, Y., Boiron, M. C., Cathelineau, M., Kouamelan, A. N., (2008). «Fluid immiscibility and gold deposition in the Birimian quartz veins of the Angovia deposit (Yaouré, Ivory Coast) ». *Journal of African Earth Sciences*, 50, 234-258.
- [5] Houssou, N. N., 2013. Petrological, structural and metallogenic study of the Agbahou gold deposit, Divo, Côte d'Ivoire. Doctorat, Univ. Félix Houphouët-Boigny, 177p.
- [6] Delor, C., Diaby, I., Tastet, J.P., Yao, B., Siméon, Y., Vidal, M., et Dommanget, A., 1992. Explanatory note for the geological map of Ivory Coast 1/200000, Abidjan sheet. Ministry of Mines and Energy, DMG, Abidjan, Côte d'Ivoire, 30 p.
- [7] Adingra, M.P.K., 2020. Petro-structural and geochemical characterization of the Birimian formations of the south-eastern part of the Comoé basin (north of Alépé south-eastern Côte d'Ivoire): implications for geodynamic evolution. Doctoral thesis in earth science, Félix Houphouët Boigny University Côte d'Ivoire, 221 p.
- [8] Bessoles, B., 1977. *Geology of Africa. Vol 1: le Craton Ouest Africain*. Bur.Rech. Géol. Min. Mem. 88, 402p.
- [9] Tagini, B., 1971. *Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire*. University of Lausanne thesis and SODEMI publication, 302 p.
- [10] Yacé I. (1984). *Le Précambrien de l'Afrique de l'Ouest et ses corrélations avec le Brésil oriental*. Rapport final, Publication PICG-CIFEG, n°2, Paris, 28 p.
- [11] Baratoux, L., Metelka, V., Naba, S., Jessell, M.W., Grégoire, M., Ganne, J., 2011. Juvenile Paleoproterozoic crust evolution during the Eburnean orogeny (~2.2-2.0Ga), western Burkina Faso. *Precambrian Res.* 191, 18–45. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.010>
- [12] Yacé I. (1976). *Le volcanisme éburnéen dans les parties centrale et méridionale de la chaîne précambrienne de Fettekro en Côte d'Ivoire*. Thèse de Doctorat d'Etat. Univ Abidjan. 373 p.
- [13] Leube, A., Hirdes, W., Mauer, R., Kesse, G.O., 1990. 2 Hauptstrasse 109, 1000 Berlin 62 (F.R.G.) 2Geological Survey Department, Precambrian Research.
- [14] Milési, J.P., Ledru, P., Feybesse, J.L., Dommanget, A. & Marcoux, E., 1992. Early Proterozoic ore deposits and Tectonics of the Birimian orogenic belt, West Africa. *Precambrian Research*, 58, 305-344.
- [15] Klemm, R., Hünken, U. & Olesch, M., 2002. Metamorphism of the country rocks hosting gold-sulfide bearing quartz veins in the Paleoproterozoic southern Kibi-Winneba belt (SE-Ghana). *Journal of African Earth Sciences* 35. 199-211. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(02\)00122-7](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(02)00122-7).

- [16] Perrouy S., Aillères L., Jessell M.W., Baratoux L., Bourassa, Y., Crawford B. (2012). Revised Eburnean geodynamic evolution of the gold-rich southern Ashanti belt, Ghana, with new field and geophysical evidence of pre-Tarkwaian deformations. *Precambrian Research* 204-205, 12-39.
- [17] Ouattara, Z., 2015. Lithostratigraphic, structural, geochemical and metallogenic characters of the Bonikro gold deposit, Fèttékro Birimian furrow, south-central Ivory Coast. Doctorat, Univ. Félix Houphouët-Boigny, 275 p.
- [18] Jessell, M.W., Amponsah, P.O., Baratoux, L., Asiedu, D.K., Loh, G.K., Ganne J., 2012. Crustal-scale transcurrent shearing in the Paleoproterozoic Sefwi-Sunyani-Comoé region, West Africa. *Precambrian Research* 212-213, pp 155-168.
- [19] Greenholm, M., 2014. The Birimian event in the Baoulé Mossi domain (West African Craton) - regional and global context. PhD., Univ. Lund, 116 p.
- [20] Diakitè, S., 2019. Cartographie et étude petro-structurale des formations géologiques de la région d'alépé (sud-est de la cote d'ivoire). Mémoire de master en science de la terre, Université Félix Houphouët Boigny. 42 p.
- [21] Teha, K. R., 2019. Les formations éburnéennes du sud-ouest du bassin de la comoé et du secteur de singrobo (sud de la Côte d'Ivoire): pétrologie, analyse structurale et magmatisme associé. Thèse de doctorat en science de la terre, université Félix Houphouët Boigny. 247 p.
- [22] Passchier, W., Trouw, R. A. J., 1998. *Microtectonic*. Edition Springer, Berlin Heidelberg New York, 289 p.
- [23] Sonnendrucker, P., 1969. Etude de synthèse sur l'or en Côte d'Ivoire. Rapport de fin de mission, SODEMI, Abidjan, rapport n°222, 127 p. multigr.
- [24] Kadio, E., Coulibaly, Y., Allialy, M. E., Kouamelan, A.N., & Pothin, K.B.K., 2010. On the occurrence of gold mineralizations in southeastern Ivory Coast. *Journal of African Earth Sci.*, 57, pp. 423-430.
- [25] Gnazou, A., 2014. Étude des séries volcanosédimentaires de la région de Dabakala (Nord-Est de la Côte d'Ivoire): Genèse et évolution magmatique. Contribution à la connaissance de la minéralisation aurifère de Bobosso dans la série de la Haute-Comoé. Doctorat, Univ. PARIS-SUD XI, France et Univ. F. H. B, Abidjan, 303 p.
- [26] Robert, F., et Brown, A.B., 1983. Contrôle structural de la minéralisation aurifère, la mine Sigma, Val d'or, Quebec. *Bulletin de l'ICM*, Vol.76, n°850, 26 p.

اتجاهات مدرسي الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية - التعليمية: مديرية ورزازات نموذجا، المملكة المغربية

[Attitudes of physics and chemistry teachers in the middle secondary school towards employing the inquiry approach in teaching educational-learning activities: Ouarzazate District as a model, The Kingdom of Morocco]

Zakaria Faik Ouahab¹, Idriss Abou Otmane², and Chakib Hoummad¹

¹Delegation of the Ministry of National Education, Marrakech, Morocco

²Delegation of the Ministry of National Education, Rhamna, Morocco

Copyright © 2024 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 aims at identifying the attitudes of physics and chemistry teachers in the middle secondary school in the Ouarzazate Directorate - the Kingdom of Morocco - towards employing the inquiry approach in teaching educational-learning activities. For this purpose, a questionnaire of 31 statements was designed to determine the nature of trends and the degree of difficulties from the point of view of teachers. After confirming its validity and reliability, the indicators were applied to a sample of 32 randomly selected teachers, distributed among ten middle secondary schools. To answer the study questions and examine the hypotheses, we statistically processed the data using SPSS, to extract frequencies, arithmetic means, and standard deviations. The adopted tests are the following: t-test; One-way analysis of variance test; and the chi-square test. The results of the study indicated that teachers of physics and chemistry in secondary middle school have positive tendencies.

The results also showed that there were no statistically significant differences in their tendencies towards employing the inquiry approach in the teaching-learning activities regarding the variable of gender, university degree, the professional certificate, or the years of teaching experience.

KEYWORDS: Attitudes, physics and chemistry teachers, inquiry approach to teaching, SPSS program, difficulties from the teachers' point of view.

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تعرف اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي بمديرية ورزازات - المملكة المغربية - نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية. ولتحديد طبيعة الاتجاهات، ودرجة الصعوبات من وجهة نظر الأساتذة. وبعد التأكد من مؤشرات صحتها وثباتها تم تطبيقها على عينة من 32 أستاذا منتقاة عشوائيا، وموزعة بين عشر ثانويات إعدادية. وللإجابة عن أسئلة الدراسة وتمحيص الفرضيات، قمنا بالمعالجة الإحصائية للبيانات بواسطة برنامج SPSS، لاستخراج التكرارات والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، وقد تم اعتماد الاختبارات التالية: اختبار (ت)؛ اختبار تحليل التباين الأحادي؛ واختبار كاي تربيع، حيث أشارت نتائج الدراسة إلى أن أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء لديهم اتجاهات إيجابية. كما أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في اتجاهاتهم نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية تعزى إلى أي من: متغير الجنس، أو متغير الشهادة الجامعية، أو متغير الشهادة المهنية، أو متغير سنوات الأقدمية في التدريس.

كلمات دلالية: اتجاهات، مدرسي الفيزياء والكيمياء، نهج التقصي في التدريس، برنامج SPSS.

تقديم

تسعى الرؤية الاستراتيجية 2030-2015 (المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي، 2015) إلى تطوير التربية على الإبداع والابتكار وحرية الاختيار، من خلال تشجيع المتعلمين على الاجتهاد في البحث عن حلول جديدة للمشاكل التي تواجههم في تعلماتهم، وكذا ثقافة الابتكار من خلال تحفيز المدرسين والمتعلمين على العمل الجماعي والتشاركي،

ومأسسة هذا العمل في فضاءات تعليمية خاصة، وإنماء قدرات وإبداعات ومهارات المتعلمين للوصول إلى فهم عميق للمادة العلمية وبناء مفاهيم جديدة وحل المشكلات وابتكار وتطوير المنتجات ووسائل الاتصال، واستخدام التقنية وفق أحدث المعايير العلمية العالمية. ولتحقيق هذه الأهداف يجب اعتماد الطرائق التربوية التي تكسب المتعلم أدبيات التفكير العلمي، وعلى وجه الخصوص نهج التقصي الذي يعتبر حالياً، في البحث الدولي، المنهج الأنسب لتملك اقتصاد المعرفة والحل المناسب لمواجهة تحديات المستقبل. وحسب (Deboer) (الهندال دلال عبد الرزاق و منال حميدي الديحاني، 2016) "إذا أريد اختيار كلمة واحدة لوصف أهداف تدريس العلوم فإنها يجب أن تكون كلمة الاستقصاء."

ولقد ظهر نهج التقصي كردة فعل على طرائق التدريس التقليدية التي همشت دور المتعلم وجعلت منه مجرد متلق للمعلومة، عكس نهج التقصي الذي يتيح للمتلم فرصة ممارسة دور العالم والباحث: يصمم التجارب، ويضبط المتغيرات، ويحدد الأدوات والمواد الديدكائية اللازمة، ويبتكر طرقاً للقياس، ويجمع البيانات، ويعرضها بصور متعددة بهدف تحليلها، والوصول إلى حلول ومعارف جديدة. وقد بينت مجموعة من الدراسات (أنظر الإطار النظري) أن نهج التقصي يمكن المتعلمين من تجاوز الصعوبات التي تواجههم في تعلماتهم، ومن تعبئة واستثمار المعارف المكتسبة.

وقد أفادت الجمعية الوطنية لإعداد مدرسي العلوم (National Science Teachers Association 2007)، (الهندال دلال عبد الرزاق و منال حميدي الديحاني، 2016)، أن التربية يجب أن تعكس العلوم كممارسة تطبيقية وليس مجرد استظهار للمعرفة. وكبقية دول العالم، يسعى المغرب إلى تحقيق مستوى متميز من التعليم في نسق العلوم لجميع التلاميذ، وتؤكد وزارة التربية الوطنية (الرؤية الإستراتيجية، 2015) على تشجيع المدرسين على اختيار وتطبيق طرق التدريس الأنجع لجميع المتعلمين، بحيث تصبح على قدر عال من التكيف والمواءمة لمتطلبات وتغيرات العصر المتجددة دوماً. ولابد أن يكون الهدف الأساسي من التعليم هو السعي إلى تنمية الشخصية الإنسانية للمتلمين بأبعادها المختلفة، بما في ذلك العمل على إعداد المتعلمين لفهم طرق التفكير العلمي والتي تعتمد على عمليات الاستقصاء وتدريبهم على كيفية استخدامها. ويعد نهج التقصي من الطرائق الفعالة في تطوير المفاهيم العلمية لدى المتعلمين وتنمية العمليات الفكرية لديهم حسب ما أكدته معايير التدريس الأمريكية (الهندال دلال عبد الرزاق و منال حميدي الديحاني، 2016) (National Council Research 1996)، لأنه يتيح للتلاميذ ممارسة طرائق التفكير العلمي وعملياته ومهارة التقصي والاكتشاف بأنفسهم، حيث يسلك فيها التلميذ سلوك العالم الصغير في بحثه: يعمل على تحديد المشكلة، وتصميم التجربة ووضع الفرضيات، وجمع المعلومات، وملاحظة وقياس الظاهرة إلى أن يصل إلى النتائج.

ولتجاوز الثغرات والاختلالات التي كشف عنها التحليل البيداغوجي لأجوبة التلاميذ عن بنود الروايات في البرنامج الوطني لتقويم مكتسبات التلاميذ (الهيئة الوطنية لتقييم منظومة التربية والتكوين والبحث العلمي، 2016) PNEA2016، من الضروري اتخاذ بعض الإجراءات البيداغوجية والديداكتيكية من بينها تنمية النهج التجريبي المتمحور حول أنشطة الاستقصاء والاستكشاف العلمي، وتصحيح التصورات المغلوطة لدى التلاميذ بخصوص بعض المفاهيم الفيزيائية، بالجوء مثلاً إلى تاريخ العلوم وأنشطة إعادة الاكتشاف والاستقصاء.

ويعمل علماء التربية (عماد فيصل هلال العزام، 2017) في ميدان التدريس على معرفة اتجاهات المدرسين، لتحقيق العديد من التعديلات في السلوك لتنسجم مع الأهداف التربوية من أجل إعداد جيل قادر على العطاء والإسهام في التنمية البشرية، وتحقيق الرفاه النفسي له وللآخرين، فامتلاك المدرسين لاتجاهات إيجابية نحو نهج التقصي يساهم في تحسين أنظمة التعليم ومكوناته، ويسهل التكيف النفسي مع العديد من المتغيرات، وعلى رأسها استراتيجيات التدريس الحديثة، وتنقل اتجاهات المدرس الإيجابية إلى المتعلمين عبر عملية التفاعل الاجتماعي ومن خلال الأثر والقدوة، ولا تعد أقوال المدرس وحدها المتغير الوحيد في تنشئة المتعلمين فقط، بل تساهم الأفعال والاتجاهات أيضاً فيتعلم المتعلم أنماط سلوكية ومواقف تجاه موضوعات مختلفة، تعمل على رفع دافعيته وتنمية حبه أو كرههم لأساليب التدريس المستخدمة، وانعكاسها بالتالي على المخرج النهائي للعلمية التعليمية-التعليمية.

ولما كان لنهج التقصي هذه الأهمية في مشاركة المتعلمين الفعلية في عملية التعليم والتعلم، اهتم الباحثون في دول عربية وأجنبية بدراسة اتجاهات المدرسين وعلاقة ذلك وتأثيره على مستوى التحصيل التعليمي للمتلمين. أما على المستوى الوطني فإن تدريس العلوم لم يحظ بالاهتمام اللازم خاصة بحث اتجاهات المدرسين وأثرها على استخدام الطرائق الحديثة، لاسيما توظيف نهج التقصي في التدريس. ومن هنا كانت الحاجة ماسة لإجراء هذه الدراسة.

1 إشكالية البحث وأسئلته

فرضت التحديات الحديثة في مجال التطوير التربوي تغيراً في دور المدرسة والمدرس، حيث تباين دور المتعلم موضع محور العملية التعليمية العملية مكان المدرس الذي انتقل من دور الملقن والناقل للمعلومات إلى دور الميسر والموجه والمرشد. وأصبح المتعلم شريكاً استراتيجياً في عملية التعلم. هذا التحول في الفكر التربوي رافقه تطوير في طرائق التدريس المتبعة. ومن بينها توظيف نهج التقصي في تدريس العلوم، لكونه يخدم المرحلة الجديدة في التعليم، وينمي تفكير المتعلمين ويعمل على تطوير الأبنية المعرفية لديهم، وقد أدى هذا التوظيف إلى ظهور اتجاهات متباينة بين المدرسين نحو اعتمادهم. ولأهمية الدور الذي تلعبه الاتجاهات في تشكيل الفكر الإنساني، وتحديد السلوكيات المتوقعة، وتشكيل ردود الفعل المختلفة، يتحتم دراستها.

خلصت المناقشات التي قمن بها مع مجموعة من الأساتذة إلى أن إتباع النهج التقليدي في تدريس الفيزياء والكيمياء بالسلوك الثانوي الإعدادي هو السائد في الممارسة الصفية، وقلة استخدام الطرائق الحديثة، التي تساعد المتعلمين على فهم المفاهيم العلمية وتملك الكفايات الأساسية وإتقانها، وتزيد من دافعيته نحو التعلم، وهو من أهم الأسباب الكامنة وراء ضعف المتعلمين في التحصيل الذي يتم تسجيله في الاختبارات الدولية والوطنية. ويعتبر نهج التقصي من الطرائق المهمة التي أثبتت نجاعتها في تحصيل المتعلمين، وتجويد تعلماتهم كما أنه يزيد الرغبة في التعلم ويثير اهتمام المتعلمين بالمادة التعليمية ويهيئ لهم الفرص التي تساهم في قدراتهم. وقد خلصت اللقاءات مع بعض أساتذة السلوك الثانوي الإعدادي إلى أن هناك تبايناً كبيراً في اتجاهاتهم نحو اعتماد نهج التقصي في التدريس. وانطلاقاً من وعينا التام بأهمية كل من اتجاهات المدرس وتنوع الطرائق التي يمكنه أن يستخدمها، سعينا إلى دراسة اتجاهات أساتذة الفيزياء والكيمياء بالتعليم الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعليمية، بغية رصد الإكراهات التي تحول دون اعتمادهم وتقديم الحلول المناسبة لتجاوزها.

تأسيساً على ما سبق تهدف هذه الدراسة بشكل محدد إلى الإجابة عن السؤال الإشكالي التالي:

ما هي اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو استخدام منهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعليمية؟

وتتطلب الإجابة على السؤال الرئيسي الإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

ما طبيعة اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء بمديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعليمية؟

هل تختلف اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعليمية حسب الجنس؟

هل تختلف اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو استخدام نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية باختلاف الشهادة الجامعية؟

هل تختلف اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية باختلاف الشهادة المهنية؟

هل تختلف اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعلمية حسب سنوات الاقدمية في التدريس؟

• فرضيات البحث:

- **الفرضية الأولى:** لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، في متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي تعزى لمتغير الجنس.
- **الفرضية الثانية:** لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، في متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي تعزى لمتغير الشهادة الجامعية.
- **الفرضية الثالثة:** لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، في متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي تعزى لمتغير الشهادة المهنية.
- **الفرضية الرابعة:** لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، في متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في مديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي تعزى لمتغير سنوات الأقدمية.

• أهداف البحث: تتمثل أهداف الدراسة فيما يلي:

✓ يتوقع أن تغني هذه الدراسة الميدان التربوي في مجال تدريس الفيزياء والكيمياء بمقياس للاتجاه نحو توظيف نهج التقصي في التدريس مما يفيد الباحثين والدارسين في إثارة مشكلات أخرى تتطلب دراسات جديدة؛

✓ دراسة تأثير كل من الجنس والشهادة الجامعية والشهادة المهنية على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعلمية، واقتراح حلول ملائمة لتيسير اعتماد هذه الطريقة البيداغوجية الملائمة للتدريس وفق المقاربة بالكفايات والمعتمدة في تدريس النشاط العلمي بالسلك الابتدائي؛

✓ إثارة انتباه المسؤولين والفاعلين التربويين إلى أهمية اتجاهات الأساتذة في أي إصلاح بيداغوجي؛

✓ يمكن لهذه الدراسة أن تساعد المسؤولين على الشأن التربوي في الوقوف على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي، مما قد يتيح إمكانية التركيز على الجوانب الإيجابية لهذه الاتجاهات، ومحاولة بذل الجهود لمعالجة الاتجاهات السلبية أو التخفيف من حدتها، الأمر الذي قد ينعكس على تطوير اتجاهات الاساتذة نحو توظيف نهج التقصي.

• أهمية البحث: تكمن أهمية البحث في النقاط التالية:

✓ يمكن أن يكون هذا البحث مقدمة لدراسات أخرى حول اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعلمية؛

✓ تكتسب الدراسة أهمية خاصة بالنظر إلى دور الاتجاهات وأهميتها في نجاح المدرس في مهنته وأدائه لدوره بحب وحماس ورغبة تدفعه نحو آفاق الإبداع؛

✓ أما الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة فتتمثل فيما ستسفر عنه الدراسة الميدانية من نتائج.

• دوافع البحث:

إن اختيارنا لهذا الموضوع كان نتيجة لمجموعة من الاعتبارات الداعية إلى تجديد مهام المدرسة بدءا بالاختيارات الوطنية، حيث نصت الراجعة 12(المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي، 2015) حول النموذج البيداغوجي في الرؤية الاستراتيجية على مراجعة البرامج والمناهج والطرائق البيداغوجية والتي جاءت لتدارك الإخفاقات المتكررة للمنظومة التربوية، كما نصت المادة 28 من القانون الإطار 17.51(الجريدة الرسمية، 2019) على جعل المتعلم محور الفعل التربوي و فاعلا أساسيا في بناء التعلّيمات، وتنوع و ملائمة المقاربات البيداغوجية في ممارسة أنشطة التدريس و التكوين و التعلم، بما يكفل المزيد من الاستقلالية البيداغوجية لهذه الأنشطة، واعتماد برامج للاستكشاف للنبوغ والتفوق لدى المتعلمين من أجل دعم المتميزين منهم، ومساعدتهم على إبراز قدراتهم ومواهبهم. كما أن التوجهات الرسمية الخاصة بالفيزياء والكيمياء بالسلك الإعدادي تنص على تنوع الطرائق البيداغوجية واعتماد أنجعها والابتعاد عن الطرق الإلقائية التلقينية.

2 مفاهيم ومصطلحات البحث

- **الاتجاه:** حسب أنستازي Anastasi "الاتجاه هو ميل للاستجابة مع أو ضد موضوع أو موضوعات معينة." (أورده الزبيدي كامل محمد علوان ، 2004)
- **التقصي:** يعرف عايش (عايش محمود زيتون، 2010) التقصي بأنه نشاط علمي وفكري (عقلي) في آن واحد، جوهره الفضول كعادة عقلية إنسانية في التعلم والتعليم تتضمن طرح الأسئلة أو إثارة المواقف (المشكلة) العلمية المثيرة للانتباه وجذب فضول المتعلم.
- **نهج التقصي:** طريقة تدريس تهدف إلى تهئ المتعلمين وإشراكهم في تعلم المعرفة والمهارات من خلال ممارسة أنشطة مبنية وموجهة ومفتوحة تم تخطيطها بشكل مسبق، وإنجاز مهمات داخل بيئة واقعية من أجل وصف وفهم العالم الحقيقي الذي يحيط بنا.
- **الأنشطة التعليمية التعليمية:** هي مجموعة الأعمال التي يقوم بها المتعلمون داخل الفصل الدراسي او خارجه من اجل تحقيق أهداف منشودة، ويعرفها أحمد اللقاني (اللقاني أحمد، 1995) "على أنها الجهد العقلي أو البدني الذي يبذله المتعلم أو المدرس من أجل بلوغ الأهداف المرجوة".

- أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي: الأساتذة الذين يدرسون بمؤسسات السلك الثانوي الإعدادي بمختلف درجاتهم وإطارهم.

1.2 مفهوم الاتجاه:

ليس هناك تعريف واحد محدد لمفهوم الاتجاه فقد تعددت تعريفاته في الدراسات العربية والأجنبية، ومنها :

- حسب هيريت سبنسر H.Spenser، الذي يعتبر حسب المراجع المعتمدة أول من استخدم مفهوم الاتجاهات، والذي يقول في كتابه "The first principes" عام 1862، "إن وصولنا إلى أحكام صحيحة في المسائل الجدلية يعتمد إلى حد كبير على الاتجاه الذهني الذي نحمله في أثناء إصغافنا إلى هذا الجدل أو الاشتراك فيه." (شمت المجيد عبد الله، 2006)
- وعرف آخرون الاتجاه بأنه مظهر من مظاهر التكوين الهرمي للشخصية، وهي تسفر بذلك عن القيم التي ترسب في أعماق الفرد وترتبط بحاجته، وترجع مقومات الاتجاه إلى المستوى المعرفي للشخصية، ومستوى الإدراك الزمني للأحداث المقبلة، وترتبط أيضا بالأبعاد الوجدانية للشخصية. (موسى عبد الله عبد الحى، 1983)
- على الرغم من الاختلافات الظاهرة في التعاريف السابقة، فإنها تلتقي في اعتبار الاتجاهات حالات من الاستعدادات النفسية الكامنة وراء استجابات الأفراد وسلوكهم، وبتعبير آخر الاتجاه هو مجموعة استجابات نحو أو ضد موضوع معين يرتبط بما يفهمه الشخص عن الموضوع.

2.2 أنواع الاتجاهات:

يساعد تصنيف الاتجاهات في تحديد نوعيتها وشدتها مع العلم أن نفس الإتجاه قد يقع في أكثر من تصنيف وذلك من حيث صفته ومن حيث وظيفته. ومن هذه الأنواع ما يلي (عماشة سناء حسن، 2010):

- الاتجاه السلبي والاتجاه الإيجابي
- الاتجاه العام والاتجاه النوعي
- الاتجاه الفردي والجماعي
- الاتجاه العلني والاتجاه السري

3.2 أهمية قياس الاتجاهات:

يهدف قياس الاتجاه إلى تحويله من الصيغة الوصفية إلى الصيغة الكمية التي على أساسها يمكن مقارنة الأفراد أو الجماعات بعضهم ببعض، ويعد قياس الاتجاهات من موضوعات القياس النفسي المهمة.

طريقة الملاحظة: تمكن من الحصول على معلومات لاستنتاج الاتجاهات من خلال الملاحظة المنظمة.

طريقة القياس: باعتماد استبيان أو سلم الاتجاهات، والمقياس الأكثر تداولاً ابتكره رينسيس ليكرت "Lickert" 1932، وقد استخدم خمسة اختيارات تعبر على درجات مختلفة من الموافقة وعدم الموافقة حول الموضوع المراد قياسه.

4.2 نهج التقصي

- **المنهج:** النهج أو المنهج هو الطريقة التي يعتمد عليها الباحث للوصول إلى هدفه، أما وظيفته فهي استكشاف القوانين والمبادئ التي تنظم الظواهر، وتؤدي إلى وقوعها حتى يتمكن من تفسيرها، وضبط نتائجها والتحكم فيها أو التنبؤ بها.
- **نهج التقصي:** يعرف عايش (عايش محمود زيتون، 2010) التقصي بأنه نشاط علمي وفكري (عقلي) في أن واحد، جوهره الفضول كعادة عقلية إنسانية في التعلم والتعليم تتضمن طرح الأسئلة أو إثارة المواقف (المشكلة) العلمية المثيرة للإنتباه وجذب فضول المتعلم. وفي هذا يرتبط الاستقصاء بالعلم (كمادة، وطريقة وتفكير). بينما كينيت جورج Kenneth George (نشوان يعقوب حسين، 1994) يعرف التقصي بأنه نمط تعليمي يستخدم فيه المتعلم مهارات جديدة لاستنباط المعلومات وتنظيمها وعمل تقويم شامل لها، ويعد هذا التعريف مؤيدا للاتجاه التعليمي القائم على أن التقصي يولد المعرفة من خلال البحث وطرح الأسئلة اللازمة لذلك.
- **التعليم بالتقصي:** يعرف كوسلان وستون (Kuslan et Stone) (نشوان يعقوب حسين، 1994) التعليم بالتقصي، بأنه نشاط تربوي بواسطته يدرس التلاميذ الظاهرة العلمية بروح العالم وطريقته، حيث ينجزون نشاطهم البحثي وفق مراحل البحث العلمي، مثل تكوين الفرضيات، وتصميم التجارب، وجمع المعلومات، والوصول إلى استنتاجات. فهو يعطي للمتعلم فرصة حل المشكلات من العالم الحقيقي.

3 دراسات حول نهج التقصي

1.3 دراسات أجنبية حول نهج التقصي

1.1.3 الدراسة الأولى

تم إنجاز هذه الدراسة من طرف الباحثة دوريتريسيكولين [1] (Deryter Ségolène، 29 شتنبر 2012)، تحت عنوان: "دور المدرس في نهج التقصي".

خلصت الدراسة إلى النتائج التالية:

- كون التلاميذ متحمسين للتعليم باعتماد نهج التقصي، نظرا لكون هذا النهج يتم عبر العمل المجموعي؛
- الدور المركزي للمدرس في مختلف مراحل نهج التقصي، هو حث التلاميذ على تملك وضعية الانطلاق أو اقتراح فرضيات، كما يساعدهم في التجريب وتعميم النتائج.
- عزوف مجموعة من الأساتذة القدامى عن اعتماد نهج التقصي في الأنشطة التعليمية التعليمية؛
- قصد تشجيع التلاميذ على بناء تعلماتهم بأنفسهم، لا بد من اختيار وضعية الانطلاق بشكل يلائم الهدف المراد تحقيقه؛
- تصريف نهج التقصي يستلزم تخطيطا مسبقا من حيث المدة الزمنية والفضاء والمعدات اليداكتيكية اللازمة والمناسبة.

2.1.3 الدراسة الثانية [2]

تم إنجاز هذه الدراسة من طرف Alain Jameau Creed تحت عنوان: " نهج التقصي في العلوم بالسلك الإعدادي والمعارف المهنية للمدرسين - حالة الفيزياء والكيمياء نموذجاً -"

من نتائج الدراسة، بالإضافة إلى توظيف الأساتذة المعارف المرتبطة بالتخصصات ذات الصلة بالتكوين الجامعي، فإنهم يوظفون معارف أخرى من بينها: المعارف المتعلقة بالبرامج والمناهج، المعارف المرتبطة بإستراتيجيات التدريس و المعارف المرتبطة بأخطاء المتعلمين والصعوبات التي يواجهونها.

2.3 الدراسات العربية

أنجزت هذه الدراسة من طرف الباحثة كوثر عبود الحارشة (الحارشة كوثر عبود، 2017) بكلية العلوم التربوية قسم المناهج بالملكة الأردنية الهاشمية تحت عنوان: " أثر استخدام دورة التقصي الثنائية في اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير الناقد في مادة العلوم لدى طلبة الصف السادس الأساسي في الأردن".

أظهرت النتائج وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطالبات في اختبار اكتساب المفاهيم العلمية في مادة العلوم لدى المجموعة التجريبية الذين تعلموا من خلال الخطط التدريسية بدورة التقصي الثنائية وهذا يشير إلى تفوق التدريس باستخدام دورة التقصي الثنائية على التدريس بالطريقة الاعتيادية في إكساب الطالبات للمفاهيم العلمية.

3.3 دراسات وطنية

أنجزت هذه الدراسة من طرف إحسان كوشو وآخرون تحت عنوان [3]: " واقع نهج التقصي في العلوم التجريبية بالتعليم الثانوي التأهيلي حالة أكاديمية مدينة فاس". وتوصلت الدراسة إلى أن 61% من المستجوبين سمعوا بنهج التقصي مسبقا، 28% تمكنوا من اختبار التعريف الصحيح لنهج التقصي و80% لم يتلقوا تكوينا حوله وحول طرق استخدامه في الممارسة الصفية.

4 الإطار الميداني

1.4 الخطوات والإجراءات التي تمت في الجانب الميداني من هذه الدراسة

- **منهج الدراسة:** منهج الدراسة المتبع في هذا البحث هو المنهج الوصفي التحليلي، "الذي يعتمد على دراسة الواقع أو الظاهرة كما توجد في الواقع، ويهتم بوصفها وصفا دقيقا ويعبر عنها تعبيراً كيفياً أو تعبيراً كمياً.
- **مجتمع الدراسة:** يمثل مجتمع الدراسة جميع أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي العاملين بمديرية ورزازات ، ويبلغ عددهم 70 أستاذا موزعين كما يبينه الجدول رقم 1 أسفله.

الجدول رقم 1. توزيع أفراد المجتمع حسب متغير النوع.

النوع	التكرار	النسبة المئوية
ذكور	56	80%
إناث	14	20%
المجموع	70	100%

- **عينة الدراسة:** تشكل عينة الدراسة 46% من مجتمع الدراسة أي 32 أستاذا موزعين على عشر ثانويات إعدادية، وهي عينة احتمالية تم اختيار أفرادها بالاعتماد على جداول الأعداد العشوائية.

توزيع العينة حسب متغير النوع يبينها الجدول

جدول رقم 2. توزيع أفراد عينة الدراسة حسب متغير النوع.

النوع	التكرار	النسبة المئوية
ذكور	24	75%
إناث	8	25%
المجموع	32	100%

توزيع العينة تبعا لمتغير السن

جدول رقم 3. توزيع أفراد عينة الدراسة حسب متغير السن.

السن	التكرار	النسبة المئوية
من سنة إلى أقل من 5 سنوات	9	28%
من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات	3	10%
من 10 سنوات إلى أقل من 15 سنة	8	25%
من 15 سنة إلى أقل من 20 سنة	5	15%
من 20 سنة فما فوق	7	22%
المجموع	32	100%

توزيع العينة حسب متغير الشهادات الجامعية المحصل عليها

الجدول رقم 4. توزيع أفراد العينة تبعا لمتغير الشهادات الجامعية.

الشهادات الجامعية	التكرار	النسبة المئوية
دبلوم السلك الأول	10	31,25%
الإجازة	20	62,50%
الماستر	2	6,25%
المجموع	32	100%

خصائص العينة تبعا لمتغير الشهادات المهنية

الجدول رقم 5. توزيع أفراد العينة تبعا لمتغير الشهادات المهنية

الشهادات المهنية	التكرار	النسبة المئوية
فئة العرضيين	10	31,25%
دبلوم المركز التربوي الجهوي	20	62,5%
دبلوم المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين	2	6,25%
المجموع	32	100%

3.4 وصف الاستبيان وخصائصه السيكمترية

- أداة الدراسة: تمثلت أداة الدراسة في استبيان، وقد اعتمد مقياس ليكرت الخماسي، حيث تم إعطاء الدرجة (1) للإجابة غير موافق بتاتا، والدرجة (2) للإجابة غير موافق، والدرجة (3) للإجابة محايد، والدرجة (4) للإجابة موافق، والدرجة (5) للإجابة موافق تماما. أما معيار الحكم على متوسط الاستجابات فقد كان بالاعتماد على فئات الدرجات وفق سلم ليكرت الخماسي كما يبين الجدول التالي:

جدول رقم 6. فئات الدرجات حسب سلم ليكرت الخماسي.

الإتجاه	غير موافق بتاتا	غير موافق	محايد	موافق	موافق تماما
المجال	1-1,8	1,81-2,60	2,61-3,40	3,41-4,20	4,21-5

الاستبيان متكون من 26 عبارة موزعة على أربعة مجالات، وهي الاتجاه نحو نهج التقصي، الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية، الصعوبات والمعوقات، الاتجاه نحو التكوين. كما تضمن الاستبيان محور المعلومات الشخصية ومحور المعلومات المهنية.

• الخصائص السيكومترية للاستبيان: تم تجربته على عينة إحصائية مكونة من أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي بمديرية ورزازات، تم إختيارهم بطريقة عشوائية حيث تم توزيع 30 إستبيان، واسترجاع 20 فقط.

✧ اختبار كشف التوزيع الاعتدالي لبيانات إجابات العينة الإحصائية على أداة الدراسة: في هذه الدراسة تم استخدام اختبار Kolmogorov-Smirnov لأنه هو المناسب، والنتائج موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم 7. يبين نتائج اختبار التوزيع الطبيعي لبيانات إجابات أفراد العينة.

Kolmogorov-Smirnov			إختبار التوزيع الطبيعي
Sig	ddl	Statistiques	
0.200*	20	0.149	مقياس اتجاهات مدرسي الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي

من خلال الجدول أعلاه يتبين من نتائج اختبار كولمجر وفسمرونوف Kolmogorov-Smirnov، أن قيمة الإختبار تساوي 0,149 والقيمة الإحتمالية Sig تساوي 0,200* وهي أكبر من مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبالتالي فإن توزيع البيانات يتبع التوزيع الطبيعي حيث سيتم استعمال الاختبارات المعلمية على فرضيات الدراسة.

✧ الاتساق الداخلي للاستبيان من خلال ارتباط العبارات بمجالاتها: يوضح الجدول أسفله معامل الارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الاتجاه نحو نهج التقصي والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معامل الارتباط المبينة دالة عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبذلك يعتبر المجال صادقاً لما وضع لقياسه.

جدول رقم 8. معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الاتجاه نحو نهج التقصي والدرجة الكلية للمجال.

الرقم	العبارة	عامل بيرسون للارتباط	القيمة الدلالة الإحصائية Sig.
1	أرى أن توظيف نهج التقصي في الأنشطة التعليمية التعليمية يقرب المدرس من المتعلمين.	0,760**	0,000
2	أنظر بإيجابية إلى تعاون المتعلمين في التعلم من خلال التقصي.	0,565**	0,009
3	أرى أنه يمكنني تحقيق أهداف الأنشطة التعليمية التعليمية بتوظيف نهج التقصي.	0,729**	0,000
4	أعتقد أنه من الواجب تشجيع توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية.	0,753**	0,000
5	أرى أن توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية ذو أهمية تفوق استعمال الطرق التقليدية.	0,904**	0,000
6	أرى أن توزيع الأدوار بين المتعلمين خلال التقصي من أهم اسباب إعجائي به.	0,558*	0,000

يوضح الجدول رقم 9 معامل الارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية، والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معامل الارتباط المبينة دالة عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبذلك يعتبر المجال صادقاً لما وضع لقياسه.

جدول رقم 9. معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي والدرجة الكلية للمجال.

الرقم	العبارة	عامل بيرسون للارتباط	القيمة الدلالة الإحصائية Sig.
7	أرى أن توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية يساعد المتعلمين على تملك الكفايات المستهدفة.	0,678**	0,001
8	أرى أن مراحل توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية، تجعله يتفوق على النهج العلمية الأخرى.	0,654**	0,002
9	أرى بأن توظيف نهج التقصي يزيد من قدرتي على تنشيط الحصص التعليمية التعليمية بالمقارنة مع الطرائق الأخرى.	0,742**	0,000
10	أعتقد أن توظيف نهج التقصي في الأنشطة التعليمية التعليمية ينمي التفكير العلمي لدى المتعلمين.	0,768**	0,000
11	أرى بأن أتوفر على معلومات كافية حول توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية.	0,562*	0,010
12	أرى أن توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية يعمل على زيادة دافعية المتعلمين نحو التعلم.	0,688*	0,001

يوضح الجدول رقم 10 معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الصعوبات والمعوقات التي تحول دون توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية، والدرجة الكلية للمجال، والذي يبين أن معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبذلك يعتبر المجال صادقاً لما وضع لقياسه.

جدول رقم 10. معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الصعوبات والمعوقات والدرجة الكلية للمجال.

الرقم	العبارة	عامل بيرسون للارتباط	القيمة الدلالة الإحصائية Sig.
13	أفضل استخدام الطرق التقليدية في التدريس لأنها تعطي نتائج أفضل من استخدام نهج التقصي.	0,542*	0,014
14	أرى أن نقص تزويد المؤسسات بالإمكانيات المساعدة على إستعمال تكنولوجيا المعلوماتيات والاتصال يحول دون توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.	0,835**	0,000
15	أرى أن بناء منهاج الفيزياء والكيمياء وغلافه الزمني لا يساعدان على توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.	0,837**	0,000
16	أرى أن افتقار المختبرات إلى الأدوات والمعدات بالعدد الكافي يحول دون استخدام نهج التقصي.	0,863**	0,000
17	أعتقد ان المدرسين يجدون صعوبات في توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.	0,728**	0,000
18	أعتقد أن المدة الزمنية للحصة غير كافية لتوظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.	0,497*	0,026
19	أرى أن فضاء القسم يحول دون توظيف نهج التقصي في الأنشطة التعليمية.	0,720**	0,000
20	أظن أن توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية لا يساعد على ضبط القسم.	0,656**	0,002

يوضح الجدول رقم 11 معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الإتجاه نحو التكوين، والذي يبين أن معامل الارتباط المبينة دالة عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبذلك يعتبر المجال صادقاً فيما وضع لقياسه.

جدول رقم 11. معامل ارتباط بين كل عبارة من عبارات مجال الإتجاه نحو التكوين والدرجة الكلية للمجال.

الرقم	العبارة	عامل بيرسون للارتباط	القيمة الدلالة الإحصائية Sig.
21	أرغب بإتباع دورات تكوينية حول توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة.	0,543*	0,016
22	أرى أنه من واجب المسؤولين التربويين برمجة دورات تكوينية حول نهج التقصي.	0,653*	0,002
23	أعتقد بوجود فجوة بين التكوين والممارسة المهنية.	0,532*	0,016
24	أرى ان طبيعة التكوين في مراكز التكوين لا تمكن من الكفايات اللازمة لتوظيف نهج التقصي في التدريس.	0,885**	0,000
25	أعتقد أن تخلف التكوين الجامعي وعدم مسيرته لحاجيات التدريس يحول دون تملك الكفايات اللازمة لتوظيف نهج التقصي في التدريس.	0,522*	0,018
26	أرى أن عدم انتظام التكوين المستمر يحول دون مسيرة الطرق الحديثة في التدريس.	0,789**	0,000

❖ الاتساق الداخلي للإستبيان من خلال حساب معاملات ثبات أداة الدراسة طبقاً لمحاورها المختلفة:

جدول رقم 12. نتائج معامل الارتباط بين المجال والدرجة الكلية.

مجالات الإستبيان	عدد العبارات	معامل الفا كرونباخ	النتيجة
المجال الأول	10	0,778	ثابت
المجال الثاني	8	0,766	ثابت
المجال الثالث	8	0,786	ثابت
المجال الرابع	6	0,728	ثابت
معامل الثبات الكلي	0,774		ثابت

نلاحظ من خلال الجدول رقم 12 أن معامل الفا كرونباخ هي معاملات مرتفعة، وكذلك معامل الفا لجميع محاور الاستبيان بلغ 0,774، وهذا يدل على أن الاستبيان يتمتع بدرجة عالية من صدق الإتساق الداخلي، وبالتالي أداة الدراسة التي تم إعدادها لدراسة الإشكالية المطروحة هي صادقة وثابتة في جميع عباراتها ومجالاتها وهي جاهزة للتطبيق على عينة الدراسة.

❖ قياس ثبات الإختبار بطريقة التجزئة النصفية: نقوم بحساب معامل ارتباط بيرسون Pearson بين النصف الأول للإستبيان والنصف الثاني منه، ثم يصحح معامل الارتباط بين نصفي الإستبيان الى معامل ثبات كلي للإستبيان عن طريق معادلة سيرمان- براون التي تسمى بالمعادلة التصحيحية. يبين الجدول رقم 13 النتائج المحصل عليها.

جدول رقم 13. نتائج الثبات باستعمال التجزئة النصفية.

عدد الأفراد	معامل الثبات يرسون بين نصفي العبارات الفردية والزوجية	معامل الثبات بعد التعديل باستعمال معادلة سبرمان-براون.
20	0,828	0,906

يتضح من الجدول رقم 13 أن معامل الارتباط بين نصفي الاستبيان يساوي 0,828، وبعد التصحيح أصبح معامل ثبات الاستبيان الكلي هو 0,906، وهي قيمة مرتفعة، مما يدل على أن الاستبيان يتميز بثبات مرتفع.

الصدق التمييزي للإستبيان (صدق المقارنة الطرفية): قمنا بترتيب درجات العينة تصاعدياً، وأخذنا نسبة 27% من طرفي التوزيع، ثم تم استعمال اختبار T-test للعينات المستقلة لفحص الفروق بين متوسطي المجموعتين على الدرجات الكلية لسلم الاتجاه، كمؤشر لدرجة تحقيق الصدق التمييزي للاستبيان كما يتضح من الجدول رقم 14.

جدول رقم 14. الصدق التمييزي للإستبيان ككل.

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة t	القيمة الاحتمالية Sig	مستوى الدلالة
ذات الاتجاه الإيجابي	5	79,0	1,0	18,8	12,743	0,007	0,005
ذات الاتجاه السلبي	5	60,8	3,0				

يتضح من الجدول رقم 14 أن القيمة الاحتمالية sig أصغر من مستوى الدلالة الإحصائية، مما يدل على وجود فروق دالة إحصائية عند درجة الدلالة الإحصائية، بين اتجاهات أفراد المجموعة ذات الاتجاه الموجب واتجاهات أفراد المجموعة ذات الاتجاه السلبي وهذا يعني أن الأداة قادرة على التمييز بين الفئتين $\alpha=0,05$ ومن ثم يمكن اعتبار الاستبيان يتمتع بشهادة الصدق التمييزي.

5 عرض النتائج

1.5. نتائج الدراسة المتعلقة بالسؤال الأول: "ما طبيعة اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية - التعليمية؟"

الجدول رقم 15 يوضح المتوسطات والانحرافات المعيارية لاتجاهات الأساتذة نحو المجالات الفرعية والمجال الكلي للاستبيان.

الجدول رقم 15. المتوسطات والانحرافات المعيارية لاستجابة الأساتذة أفراد العينة على سلم الاتجاهات حسب المجالات والمجال الكلي.

المجال	عدد العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه
الاتجاه نحو نهج التقصي.	06	3,9	0,46	إيجابي
الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي.	06	3,5	0,47	إيجابي
الاتجاه نحو التكوين في مجال توظيف نهج التقصي.	06	4,05	0,39	إيجابي
الاتجاه الكلي.	18	3,82	0,36	إيجابي

يتضح من الجدول رقم 15 أن المتوسط الحسابي لاستجابات جميع أفراد عينة الدراسة على الاستبيان قد بلغ 3,82 مما يدل، وفقاً للمعيار الذي تم الاستناد إليه، على أن الأساتذة في سلك الثانوي الإعدادي لديهم اتجاهات إيجابية نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.

كما يبين الجدول السابق أن المتوسطات الحسابية قد تراوحت بين 3,5-4,05 في المجالات الفرعية، وهي متقاربة من حيث القيمة، وجميعها تعكس اتجاه إيجابياً لدى أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية. ويتضح ذلك جلياً من خلال الانحرافات المعيارية المصاحبة للمتوسطات التي بدت جد متقاربة وتراوحت ما بين 0,36 و 0,47.

ولنعرف طبيعة الاتجاهات نحو مضمون عبارات الاستبيان حسب المتوسطات الحسابية ودلالاتها الإحصائية، نحسب قيمة χ^2 لكل عبارة كالتالي:

● المعالجة الإحصائية للمحور الأول: "اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو نهج التقصي".

جدول رقم 16. يوضح التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم ك2 ودالاتها الإحصائية للمحور الأول.

رقم العبارة	ك2 المحسوبة	ك2 المجدولة	درجة الحرية	مستوى الدلالة	نوع الدلالة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه
01	13,94a	5,991	02	0,05	دال	4,19	0,59	إيجابي
14	9,813a	5,991	02	0,05	دال	4,03	0,65	إيجابي
25	21,75a	7,815	03	0,05	دال	3,97	0,78	إيجابي
13	21,75a	7,815	03	0,05	دال	3,84	0,72	إيجابي
02	25,19a	9,488	04	0,05	دال	3,78	0,94	إيجابي
20	11,25a	7,815	03	0,05	دال	3,69	0,90	إيجابي

دلت نتائج الجدول رقم 16 على أن قيمة ك2 المحسوبة دالة إحصائية، ولقد جاءت الدلالة بالأغلبية لصالح الاتجاه الإيجابي بالنسبة لجميع العبارات.

وفيما يخص ترتيب العبارات بالنسبة لدرجة الاتجاهات الإيجابية، احتلت العبارة 01 المرتبة الأولى بمتوسط حسابي 4,19، تلتها العبارة 14 بمتوسط حسابي 4,03، والعبارة 25 بمتوسط حسابي 3,97، وفي المرتبة الرابعة العبارة 13 بمتوسط حسابي 3,84، والعبارة رقم 02 بمتوسط حسابي 3,78، والعبارة في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي 3,69.

● المعالجة الإحصائية للمحور الثاني: "اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية - التعليمية".

جدول رقم 17. يوضح التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم ك2 ودالاتها الإحصائية للمحور الثاني.

رقم العبارة	ك2 المحسوبة	ك2 المجدولة	درجة الحرية	مستوى الدلالة	نوع الدلالة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه
17	22,50a	7,815	03	0,05	دال	4	0,72	إيجابي
06	18,25a	5,991	02	0,05	دال	3,94	0,56	إيجابي
04	23,25a	7,815	03	0,05	دال	3,81	0,69	إيجابي
26	21,75a	7,815	03	0,05	دال	3,47	0,96	إيجابي
12	26,44a	9,488	04	0,05	دال	2,94	0,88	محايد
24	13,94a	9,488	04	0,05	دال	2,84	1,02	محايد

يتضح من الجدول رقم 17 أن قيمة ك2 المحسوبة دالة إحصائية، وبالتالي توجد فروق ذات دلالة إحصائية لصالح الاتجاه الإيجابي بالنسبة لمعظم العبارات، باستثناء العبارة 12 حيث جاءت الدلالة بالأغلبية لصالح الاتجاه المحايد بنسبة 53,13%، والعبارة 24 جاءت الدلالة بالأغلبية لصالح الإجابة "غير موافق، وغير موافق بتاتا"، حيث أن 43,75% من الأساتذة يرون بأنهم لا يتوفرون على معلومات كافية لتوظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية، في حين 25% منهم جاءت إجاباتهم محايدة، أما 31,26% منهم فتتوفر على معلومات كافية تمكنهم من توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية - التعليمية.

وفيما يخص ترتيب الاتجاهات الإيجابية احتلت العبارة 17 بمتوسط حسابي 4,0، المرتبة الأولى، تلتها العبارة 06 بمتوسط حسابي 3,94، ثم العبارة 04 بمتوسط حسابي 3,81، فالعبارة 26 بمتوسط حسابي 3,47 في المرتبة الأخيرة.

● المعالجة الإحصائية للمحور الثالث: اتجاه الأساتذة نحو التكوين في مجال توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية - التعليمية.

جدول رقم 18. يوضح التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم ك2 ودالاتها الإحصائية للمحور الثالث.

رقم العبارة	ك2 المحسوبة	ك2 المجدولة	درجة الحرية	مستوى الدلالة	نوع الدلالة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه
21	09,438a	5,991	02	0,05	دال	4,28	0,63	إيجابي
18	16,250a	7,815	03	0,05	دال	4,19	0,78	إيجابي
22	10,938a	5,991	02	0,05	دال	4,16	0,63	إيجابي
08	45,500a	9,488	04	0,05	دال	4	0,84	إيجابي
23	54,875a	9,488	04	0,05	دال	3,88	0,79	إيجابي
15	09,250a	5,991	02	0,05	دال	3,81	0,64	إيجابي

توضح نتائج الجدول أعلاه أن قيمة ك2 المحسوبة دالة إحصائية، ولقد جاءت الدلالة بالأغلبية لصالح الاتجاه الإيجابي بالنسبة لجميع العبارات، وفيما يخص ترتيب العبارات بالنسبة لدرجة الاتجاهات الإيجابية، احتلت العبارة 21 المرتبة الأولى بمتوسط حسابي 4,28، تلتها العبارة 18 بمتوسط حسابي 4,19، والعبارة 22 بمتوسط حسابي 4,16، وفي المرتبة الرابعة جاءت العبارة 08 بمتوسط حسابي 4,00، والعبارة رقم 23 بمتوسط حسابي 3,88، في المرتبة الخامسة، والعبارة 15 في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي 3,81.

2.5. نتيجة اختبار الفرضية الأولى: أثر متغير الجنس على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي

تنص الفرضية الأولى على أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha = 0,05$ بين متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو اعتماد نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية تعزى لمتغير الجنس.

تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات الأساتذة في المجالات الفرعية والمجال الكلي للاستبيان، ولمعرفة دلالة الفروق بين تلك المتوسطات تم استخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة Independent Samples T-Test كما يوضح الجدول رقم 19.

جدول رقم 19. نتيجة اختبار "ت" لمعرفة دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية لاستجابات أفراد العينة تبعاً لمتغير الجنس.

المجال	الجنس	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
المجال الأول	ذكر	24	23,33	2,33	30	-0,586	0,563
	أنثى	08	24,00	3,93			
المجال الثاني	ذكر	24	20,67	2,43		-1,156	0,257
	أنثى	08	22,00	3,85			
المجال الثالث	ذكر	24	24,29	2,20		-0,86	0,932
	أنثى	08	24,38	2,88			
الكلي	ذكر	24	68,29	5,67		-0,774	0,445
	أنثى	08	70,37	8,99			

يظهر الجدول رقم 19 المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة "ت"، ومن خلاله يتبين أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين اتجاهات الأساتذة الذكور واتجاهات الأستاذات الإناث، لأن مستوى الدلالة المحسوبة للإحصائي "ت" هو (0,445) وهو أكبر من مستوى الدلالة (0,05). وبناء عليه نقبل الفرضية الأولى.

وفيما يخص المجالات الفرعية يتبين من الجدول رقم 19، عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في اتجاهات المدرسين تبعاً لمتغير الجنس.

3.5. نتيجة اختبار الفرضية الثانية: أثر الشهادة الجامعية على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي

تنص الفرضية الثانية على أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha = 0,05$ بين متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء، نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية تعزى لمتغير الشهادة الجامعية.

الجدول رقم 20. يبين المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لإجابات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير الشهادة الجامعية

المجال	دبلوم السلك الأول من الإجازة		الإجازة		الماستر	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الأول	23,40	1,90	23,40	3,17	25,00	2,83
الثاني	21,50	2,01	20,85	3,17	20,00	4,24
الثالث	24,30	1,25	24,20	2,82	25,50	0,71
الكلي	69,20	3,39	68,45	7,87	70,50	6,36

يتضح من الجدول رقم 20 وجود فروق ظاهرية في متوسطات استجابات الأساتذة تبعاً للشهادة الجامعية، ولمعرفة دلالة الفروق بين تلك المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليل التباين الأحادي One Way ANOVA، كما هو مبين في الجدول رقم 21.

الجدول رقم 21. يبين نتائج تحليل التباين الأحادي لمعرفة دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية لاستجابات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير الشهادة الجامعية.

المجال	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الأول	بين المجموعات	4,80	2	2,40	0,30	0,74
	داخل المجموعات	231,20	29	7,97		
	الكل	236,00	31			
الثاني	بين المجموعات	4,95	2	2,47	0,29	0,748
	داخل المجموعات	245,05	29	8,45		
	الكل	250,00	31			
الثالث	بين المجموعات	3,07	2	1,54	0,27	0,77
	داخل المجموعات	165,80	29	5,72		
	الكل	168,88	31			
الكل	بين المجموعات	9,82	2	4,91	0,11	0,90
	داخل المجموعات	1325,5	29	45,55		
	الكل	1330,87	31			

يتضح من الجدول رقم 21 بأنه لا وجود لفروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي على المقياس ككل تعزى لمتغير الشهادة الجامعية، حيث كانت قيمة "ف" (0,11) بقيمة دلالة (0,90)، وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$. وهكذا نقبل بالفرضية الثانية.

وبين الجدول رقم 21 أن الحاملين لشهادة الماستر يأتون في المرتبة الأولى في الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي، وفي المرتبة الثانية يأتي حاملو دبلوم السلك الأول من الإجازة، وجاء في المرتبة الأخيرة حاملو الإجازة.

4.5 نتيجة اختبار الفرضية الثالثة: أثر الشهادة المهنية على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي

تنص الفرضية الثالثة على أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، بين متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية تعزى لمتغير الشهادة المهنية.

الجدول رقم 22. يبين المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير الشهادة المهنية.

المجال	دبلوم المركز التربوي الجهوي		دبلوم المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين		فئة العرضيين	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الأول	24,10	2,61	24,50	0,71	22,10	2,92
الثاني	21,05	3,15	22,00	1,41	20,70	2,50
الثالث	24,70	2,47	25,00	1,41	23,40	2,06
الكل	69,85	6,74	65,15	0,71	66,20	6,34

يتضح من الجدول رقم 22 وجود فروق ظاهرية في متوسطات استجابات الأساتذة تبعاً للشهادة المهنية، ولمعرفة دلالة الفروق بين تلك المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليل التباين الأحادي One Way ANOVA كما هو مبين في الجدول رقم 23.

الجدول رقم 23. يبين نتائج تحليل التباين الأحادي لمعرفة دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية لاستجابات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير الشهادة المهنية.

المجال	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الأول	بين المجموعات	28,80	2	14,40	2,01	0,152
	داخل المجموعات	207,20	29	7,145		
	الكل	236,00	31			
الثاني	بين المجموعات	2,95	2	1,47	0,17	0,84
	داخل المجموعات	247,05	29	8,52		
	الكل	250,00	31			
الثالث	بين المجموعات	12,27	2	6,14	1,14	0,33
	داخل المجموعات	156,60	29	5,40		
	الكل	168,87	31			
الكل	بين المجموعات	104,22	2	52,11	1,23	0,31
	داخل المجموعات	1226,65	29	42,30		
	الكل	1330,87	31			

يبين الجدول رقم 23 أن قيمة "ف" المحسوبة (1,23) بقيمة دلالة (0,31)، وهي غير دالة إحصائياً على مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، وبذلك لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي على المقياس ككل تعزى لمتغير الشهادة المهنية، وبالتالي نقبل بالفرضية الثالثة.

يأتي في المرتبة الأولى من حيث الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي خريجو المراكز الجهوية (النظام القديم)، وفي المرتبة الموالية تأتي فئة العرضيين، ويحتل المرتبة الأخيرة خريجو المراكز الجهوية لمهن التربية والتكوين (النظام الجديد).

5.5 نتيجة إختبار الفرضية الرابعة: أثر سنوات الاقدمية على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي.

تنص الفرضية الرابعة على أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية على مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، بين متوسطات اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعلمية تعزى لمتغير سنوات الاقدمية في التدريس.

تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعلمية حسب سنوات الاقدمية. الجدول رقم 24 يوضح تلك المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية.

الجدول رقم 24. يبين المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير سنوات الاقدمية.

المجال	أقل من 5 سنوات		من 5 إلى أقل من 10 س		من 10 إلى أقل من 15 س		من 15 إلى أقل من 20 س		من 20 س فما أكثر	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الأول	23,11	3,18	22,67	0,58	23,25	3,37	23,4	3,50	24,71	1,38
الثاني	21,11	2,80	23,33	2,30	20,12	3,48	21,20	2,49	20,71	2,69
الثالث	24,00	1,66	26,33	1,52	24,00	3,70	24,40	2,30	24,14	1,34
الكل	68,22	6,66	72,33	2,08	67,37	9,53	69,00	7,34	69,57	2,99

يتضح من الجدول رقم 24 وجود فروق ظاهرية في متوسطات استجابات الأساتذة تبعاً لعدد سنوات الاقدمية، ولمعرفة دلالة الفروق بين تلك المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) كما هو مبين في الجدول رقم 25.

الجدول رقم 25. يبين نتائج تحليل التباين الأحادي لمعرفة دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية لاستجابات المدرسين نحو توظيف نهج التقصي تبعاً لمتغير سنوات الأقدمية.

المجال	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الأول	بين المجموعات	14,32	4	3,58	0,436	0,78
	داخل المجموعات	221,68	27	8,21		
	الكل	236,00	31			
الثاني	بين المجموعات	23,34	4	5,83	0,695	0,60
	داخل المجموعات	226,66	27	8,39		
	الكل	250,00	31			
الثالث	بين المجموعات	14,15	4	3,53	0,62	0,65
	داخل المجموعات	154,72	27	5,31		
	الكل	168,87	31			
الكل	بين المجموعات	61,06	4	15,27	0,325	0,86
	داخل المجموعات	1269,81	27	47,03		
	الكل	250,00	31			

يبين الجدول رقم 25 أن قيمة "ف" المحسوبة (0,325) بقيمة دلالة (0,86)، وهي غير دالة إحصائياً على مستوى الدلالة $\alpha=0,05$. نستنتج إذن عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية لاتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية على مستوى المقياس ككل يعزى لمتغير عدد سنوات الأقدمية. وبالتالي نقبل بالفرضية الرابعة.

وفيما يخص الفئات العمرية يبين الجدول رقم 24 أن أكبر متوسط حسابي (72,33) للاتجاه سجل في الفئة العمرية من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات، بينما أدنى متوسط حسابي (67,37) سجل في الفئة من 10 سنوات إلى 15 سنة.

6 تحليل ومناقشة النتائج

1.6 مناقشة نتائج السؤال الأول المتعلق بطبيعة اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية

خلصت نتائج الدراسة المتعلقة بالسؤال الأول الخاص بالتحقق على طبيعة اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء في السلك الثانوي الإعدادي حول توظيف نهج التقصي، إلى وجود اتجاهات إيجابية بشكل عام، وقد كان الاتجاه نحو التكوين في مجال توظيف نهج التقصي أكثر إيجابية، يليه الاتجاه نحو نهج التقصي، وفي المرتبة الأخيرة الاتجاه نحو توظيفه. مما يدل على وجود إكراهات وصعوبات في اعتماده في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية.

نستخلص إذن أن الأساتذة يجمعون على: فعالية نهج التقصي بالمقارنة مع الطرق التقليدية، وإمكانية تطبيقه في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية، والاهتمام به اعتماداً على تراكم المعرفة النظرية والعملية من خلال دورات تكوينية تتم في إطار التكوين المستمر أو اللقاءات التربوية.

ويمكن إرجاع ذلك إلى عدة أسباب من بينها: أن الأساتذة يرون أن توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية يساعد المتعلمين على تملك الكفايات المستهدفة، ويزيد من قدرة المدرس على تنشيط الحصة الدراسية، ويعزز العلاقات الإنسانية بين المدرس والمتعلمين، وينمي التفكير العلمي بدل تكريس الحفظ والاسترجاع، ويرفع من الدافعية لدى المتعلمين. كما أن الأساتذة لديهم رغبة على تطوير مهاراتهم في مجال توظيف نهج التقصي، لأن التكوين الجامعي والتكوين لأجل مهنة التدريس لا يساير المستجدات التربوية الحديثة حسب نظرهم. بالإضافة إلى رغبة المدرسين في جعل المدرسة المغربية مواكبة لعصرها، بتجديد وتحسين أسلوب التدريس التقليدي، الذي تبنين قصوره عن مواكبة التحولات الكبرى التي همت مجال المعرفة الإنسانية، ومجال الاتصال والثورة المعلوماتية، والانتقال إلى مركزية المتعلم الذي يمثل بؤرة العملية التعليمية التعليمية بالانطلاق من حاجياته وخصائصه، وتقليص الفروق الفردية والاهتمام بأنماط تعلمه بتبني إستراتيجية تعليمية فعالة منفتحة على الطرق النشطة، ومن بينها نهج التقصي الذي يلائم خصوصيات المادة، والذي أثبتت دراسات عديدة نجاعته (كمال زيتون، 1988) في تدريس العلوم. بالإضافة إلى أن تدريس الفيزياء والكيمياء لن يستقيم إلا من خلال وضع المتعلم في مواجهة مشكلات واقعية، تستثير تمثلاته وخبراته، وتخلخل أفق انتظاره، تحفيزاً له على الانخراط في بناء تعلماته، مستثمراً لتمثلاته وأخطائه التي يرتكبها، كمنطلق للتعليم. وبذلك يمكن المراهنة على إكسابه كفايات التقصي والتواصل وتمكينه من تعبئة موارده من معارف ومهارات وقدرات وقيم للتمكن من حل المشكلات التي يواجهها في حياته اليومية واقتراح حلول مناسبة لها. وقد سجلت الدراسة وجود توجهات إيجابية نحو نهج التقصي، لكن ليس بالضرورة توظيفه فعلياً في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية داخل الفصل الدراسي.

خلصت الدراسة إلى أن اتجاهات الأساتذة جد إيجابية نحو التكوين في توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية. ويفسر هذا برغبة الأساتذة في مواكبة تطور معارف تخصصهم، وتدعيم مهاراتهم المهنية وتنميتها، وتمكينهم من استيعاب التغيرات الحاصلة في العملية التعليمية التعليمية، وتنمية المؤهلات الشخصية بدعم مهارات التكوين الذاتي. وفي هذا الصدد خلص تقرير اليونسكو [4] حول التربية بالمغرب إلى أن التكوين الأساسي للمدرسين بالمغرب لم يتطور منذ سنين متعددة، وأنه ليس هناك أي برنامج للتكوين المستمر مستمد من الحاجات الميدانية يستطيع أن يعوض ذلك النقص الذي يعرفه التكوين الأساس.

ودعت وثيقة الرؤية الاستراتيجية إلى " إقامة قطيعة مع الفجوة القائمة بين التنظير والتفعيل "(المجلس الأعلى للتربية والتكوين، 2015) دون أن تضع خططا لتفعيل التكوين المستمر وهذا ما يجعل التكوين المستمر حبراً على ورق.

أما فيما يتعلق بنسبة ذوي الاتجاه السلبي فقد كانت نسبتهم أقل من 10%، ويمكن تفسير هذه النتيجة في إطار الألفة التي حدثت خلال فترة تبنينهم لاستراتيجيتهم المعتادة في عملية التدريس، وشكلت عاملاً حاسماً في التأثير على اتجاهاتهم. كما أن مقاومة التغيير تشكل أحد الأسباب الأخرى التي تغذي عملية التمسك بمنهجيتهم في التدريس. ويعد

الخوف من الفشل في استخدام نهج التقصي من عوامل الإبقاء على طرقهم في التدريس. ومع كل هذا فإن التنوع في الأهداف والغايات التي يحملها الأساتذة يساهم في تشكيل الاتجاهات مع أو ضد تبني توظيف نهج التقصي.

أما نسبة ذوي الاتجاه المحايد فقد كانت نسبتهم حوالي 20%، ويمكن تفسير ذلك بضعف التكوين الجامعي وعدم مساهمة مراكز التكوين للمستجدات التربوية، كما أن غياب دورات التكوين المستمر يحول دون تكوين اتجاهات إيجابية نحو المستجدات التربوية.

وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة قام بها مجموعة من الباحثين بالمدرسة العليا للأساتذة بليون الفرنسية [5]، وكان هدفها التعرف بدقة على تمثيلات أساتذة أربع تخصصات في التعليم الثانوي التأهيلي باعتماد المنهج الوصفي التحليلي.

2.6 مناقشة النتائج المتعلقة بتأثير المتغيرات المستقلة (الجنس، الشهادة الجامعية، الشهادة المهنية، سنوات الأقدمية في التدريس)، في اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية

اتضح من خلال نتائج الإجابات عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في أي من متوسطات اتجاهات الأساتذة في جميع المجالات وعلى سلم الاتجاهات ككل، تعزى لمتغير الجنس نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية. وتعود هذه النتيجة إلى أن جميع الأساتذة بغض النظر عن جنسيتهم يخضعون لنفس التكوين ونفس المباريات، وأنهم أيضا كلهم خريجو الجامعات المغربية، التي كانت متحررة من الفروق الجنسية، وبالتالي انعكست على أدائهم خلال مزاولتهم العملية التعليمية. ومن هنا كان متغير الجنس للأساتذة عاملا غير حاسم وغير فاعل للتأثير في اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي. وقد اختلفت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Zahou et Xu, 2007) (الهندال دلال عبد الرزاق و مثال حميدي الديحاني، 2016) التي أشارت إلى أن المدرسات الإناث يفضلن استخدام الطرق الحديثة أكثر من المدرسين الذكور. وكذلك دراسة العوايدة (العوايدة، راكان حيدر، 2013) التي أظهرت نتائجها وجود فرق ذي دلالة إحصائية في مستوى توظيف التعلم النشط يعزى لمتغير الجنس لصالح الذكور.

تشير النتائج المتعلقة بالإجابة عن ارتباط اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي بالمتغير المستقل الشهادة الجامعية، إلى أنه لا توجد فروق في المتوسطات الحسابية ذات دلالة إحصائية بين اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي تعزى لمتغير الشهادة الجامعية في جميع المجالات المكونة لسلم الاتجاهات، وأيضا على سلم الاتجاهات ككل، ولعل السبب في ذلك يعود بالدرجة الأولى إلى أن التكوين في الجامعة المغربية أكاديمي، يركز على التخصص بمعزل عن متطلبات سوق الشغل، ولتجاوز هذه الفجوة وفي إطار تفعيل مقتضيات الرؤية الإستراتيجية للتربية والتكوين 2015-2030، واستجابة للحاجيات الحالية والمستقبلية لقطاع التربية الوطنية من الأطر التربوية تم إرساء مسلك الإجازة المهنية بالجامعات ابتداء من الموسم الدراسي 2017-2018، لتمكين الطلبة من اكتساب الأسس النظرية والمنهجية الضرورية في ديداكتيك تخصص معين وطرائق تدريسه، كما يهدف هذا التكوين أيضا إلى توسيع معارف ومهارات الطلبة في مجالات معرفية مختلفة تتعلق بجميع الأسلاك الدراسية، تؤهلهم لاختيار السلك الملائم لمؤهلاتهم وميولاتهم قصد التكيف الإيجابي مع المحيط والاندماج فيه. وانسجمت هذه النتيجة مع دراسة زامل (زامل مجدي علي، 2006)، التي خلصت إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المدرسين نحو ممارستهم للتعلم النشط تبعا لمتغير المؤهل العلمي.

لم يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية في اتجاهات أساتذة مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية التعليمية تعزى لمتغير الشهادة المهنية. وهذه النتيجة يمكن تبريرها بكون نهج التقصي لا يشكل مجزوءة مستقلة من مجزوءات التكوين في المراكز، سواء في النظام القديم أو النظام الجديد لتكوين الأساتذة. ويعزز هذا التبرير بكون الأساتذة من فئة العرضيين سابقا لا تختلف اتجاهاتهم عن الأساتذة خريجي مراكز التكوين رغم أنهم لم يخضعوا لتكوين أساس في المراكز، وإنما خضعوا لدورات تكوينية جد محدودة كان هدفها ترسيخهم في قطاع التربية الوطنية وفق القوانين الجاري بها العمل وليس تكوينهم.

وأخيرا فيما يتعلق بمتغير سنوات الخبرة، جاءت نتائج الدراسة بشأن وجود علاقة ارتباطية بين اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي وعدد سنوات الأقدمية معاكسة للتوقعات، حيث خلصت إلى عدم وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية على مستوى الدلالة $\alpha=0,05$ ، في جميع المجالات وعلى سلم الاتجاهات ككل. ورغم وجود تفاوت طفيف في متوسطات الاتجاهات، حيث فئة أساتذة الأقدمية من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات أكثر إيجابية، تليها فئة أقدمية أكثر من 15 سنة. وسجل أدنى اتجاه نحو توظيف نهج التقصي لدى فئة الأقدمية المحصورة بين 10 سنوات وأقل من 15 سنة. ويعزى ذلك إلى أن هذه الفئة تضم نسبة كبيرة من العرضيين سابقا الذين لم يتلقوا تكوينا أساسيا متينا، وكلفوا بمهمة التدريس بالسلك الابتدائي لسنوات قبل التحاقهم بالسلك الثانوي الإعدادي. وقد تعزى هذه النتيجة إلى أن عامل الخبرة في التدريس لم يكن له تأثير على اتجاهات الأساتذة نحو توظيف نهج التقصي في مادة الفيزياء والكيمياء بالسلك الثانوي الإعدادي، لا سيما وأن الإعداد والتدريب والتكوين قبل الالتحاق بممارسة مهنة التدريس ضعيف ومدته الفعلية قصيرة جدا نظرا لتأخر الإعلان عن المباريات، أو لتوقف مراكز التكوين لسنوات. بالإضافة إلى ضعف وتيرة التطاير التربوي من خلال الزيارات والتفتيشات والندوات واللقاءات التربوية، إما لقلّة المؤطرين التربويين، أو لكثرة المهام التي يكلفون بالقيام بها، من قبيل تتبع الدخول المدرسي، والمشاركة في الامتحانات والمباريات ولجن فك النزاعات.... أضف إلى ذلك أن التطاير التربوي ربما لم يكن له أثر من حيث فاعليته في الممارسة المهنية للأساتذة نظرا إما لتقدم معلومات المؤطر التربوي، أو انشغاله بمهام إدارية، أو لندرة الزيارات والتفتيشات للمدرس. كما أن امتحانات الكفاءة المهنية التي تسمح للموظف بالترقي في الدرجة وتحسين وضعيته المادية، والتي تعد من أهم الحوافز التي تعتمد عليها الوزارة لتشجيع الأستاذ للمزيد من البذل والعطاء، من خلال الإطلاع على المستجدات التربوية في المجال البيداغوجي والوضعيات المهنية وديداكتيك التخصص، أثرها ضعيف في الفئة ذات الأقدمية في التدريس. دون أن ننسى أن ضعف التكوين المستمر ومحدودية إفادته، يجعل فئة من الأساتذة في قبضة الروتين بعد سنوات من الأقدمية ربما ساهمت بشكل كبير في إحداث الملل، وعدم الاكتراث بالتجديد أو التغيير. لقد تعارضت نتائج هذه الدراسة مع دراسة العوايدة (العوايدة راكان حيدر، 2013)، التي بينت وجود أثر سنوات الأقدمية في التدريس في توظيف الأساتذة للإستراتيجيات الحديثة. واتفقت مع نتائج دراسة Chemwei et Somb (العزام عماد فيصل هلال، 2017)، والتي كشفت بأنه لا يوجد أثر لسنوات الأقدمية في استخدام المدرسين لطرق التدريس الحديثة.

7 خلاصة

لقد أجريت الدراسة الحالية للإجابة على السؤال الإشكالي التالي:

ما هي اتجاهات أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء بمديرية ورزازات نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية-التعليمية؟ وذلك بغرض إعطاء صورة واضحة وشاملة عن طبيعة تلك الاتجاهات أولا، ومن ثم الكشف عن بعض العوامل التي من شأنها أن تؤثر على تلك الاتجاهات، مثل الجنس؛ الشهادة الجامعية؛ الشهادة المهنية؛ سنوات الأقدمية في التدريس. وذلك من خلال الإجابة على سؤالين فرعيين وأربع فرضيات.

وللإجابة عن السؤالين الفرعيين والتحقق من مدى صدق الفرضيات أو نفيها، قمنا ببناء إستبيان، وتأكدنا من خصائصه السيكومترية. كما قمنا بتوزيعه على عينة من أساتذة السلك الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء بمديرية ورزازات، اختيرت بطريقة عشوائية، ومن الإستبيانات الأربعين الموزعة، توصلنا فقط بإثنين وثلاثين منها.

يتكون الإستبيان من واحد وثلاثين سؤالاً موزعة على أربعة محاور:

- محور الاتجاه نحو نهج التقصي.
 - محور الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.
 - محور الاتجاه نحو التكوين في مجال توظيف نهج التقصي.
 - محور صعوبات توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية.
 - محور معلومات شخصية عن الأستاذ (ة).
- ولمعالجة البيانات المتحصل عليها معالجة إحصائية دقيقة، إعتدما على التقنيات الإحصائية التالية:
- التكرارات والمتوسط الحسابي؛
 - الإنحراف المعياري، لقياس مدى إتفاق أو تشتت الدرجات حول المتوسط؛
 - اختبار "ت" للعينات المستقلة Independent Samples T-Test، لمعرفة الدلالة الإحصائية للفرق بين متوسطين حسابيين، وذلك يخص المتغير المستقل الجنس.
 - الاختبار كاي تربيع (χ^2)، لحساب دلالة التكرارات؛
 - تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA)، لمعرفة الدلالة الإحصائية للفروقات بين عدة متوسطات.
- وقد كشفت نتائج الدراسة، أن متوسطات إستجابة الأساتذة أفراد العينة على سلم الإتجاهات ككل هي 3,82، وتراوح بين 3,5-4,05 على المجالات الفرعية، وهي متقاربة من حيث القيمة، وجميعها تعكس اتجاه إيجابيا لدى أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية، وقد جاء ترتيب الاتجاهات حسب أهميتها بالنسبة للأساتذة كالتالي:
- ✓ الاتجاه نحو التكوين في مجال توظيف نهج التقصي.
 - ✓ الاتجاه نحو نهج التقصي.
 - ✓ الاتجاه نحو توظيف نهج التقصي.
- كما أظهرت النتائج أيضا عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في اتجاهات أساتذة السلك الثانوي الإعدادي نحو توظيف نهج التقصي تبعا لمتغير الجنس، الشهادة الجامعية، الشهادة المهنية، سنوات الأقدمية في التدريس. وبالتالي تم إثبات صحة الفرضية الأولى والثانية والثالثة والرابعة. وهذه النتائج تدل على أن الأساتذة والاستاذات، كيفما كان تكوينهم ومسارهم المهني، فإنهم يواجهون نفس الصعوبات والإكراهات تحت نفس الظروف.
- وبالنسبة لمتغير الشهادة الجامعية تم تسجيل أعلى اتجاه عند فئة حاملي الماستر وأدنى اتجاه لدى حاملي الإجازة. وفيما يخص متغير الشهادة المهنية سجل أعلى اتجاه لدى فئة خريجي المراكز الجهوية (النظام القديم)، وأدنى اتجاه لدى خريجي المراكز الجهوية لمهن التربية والتكوين (النظام الجديد). وفي شأن متغير سنوات الأقدمية في التدريس سجل أعلى اتجاه لدى الفئة التي أقدميتها من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات، وأدنى اتجاه لدى الفئة التي أقدميتها من 10 سنوات إلى 15 سنة.
- ### توصيات ومقترحات
- في ضوء ما أسفر عنه هذا البحث من نتائج، انطلاقا من تحليلنا لمختلف البيانات والمعطيات الناتجة عن استثمار نتائج اتجاهات أساتذة السلك الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء نحو توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية، ومن أجل الإسهام في الرفع من المؤهلات المهنية لأساتذتنا، ومن مستوى التحصيل الدراسي لتلامذتنا، وتحسين الفعل التربوي وتطويرة، وانطلاقا من ذلك نوصي بمجموعة من التوصيات لأجل بلورة أفق جديد في تدريس مادة الفيزياء والكيمياء في بلدنا، وهي كالتالي:
- ✓ اعتماد مقاييس خاصة تكشف عن اتجاهات المدرسين نحو الطرائق والأساليب والإستراتيجيات التعليمية في بناء برامج تكوين وتأهيل المدرسين؛
 - ✓ ضرورة تنظيم دورات مكثفة لأساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء، لزيادة إلمامهم بالطرق والأساليب الحديثة في التدريس وتكوينهم في كيفية توظيفها؛
 - ✓ الاهتمام بتكوين أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي لمادة الفيزياء والكيمياء في المراكز الجهوية لمهن التربية والتكوين في كيفية توظيف نهج التقصي في تدريس الأنشطة التعليمية؛
 - ✓ وضع برامج سنوية للتكوين المستمر لتمكين أساتذة التعليم الثانوي الإعدادي في كيفية توظيف الطرق والأساليب الحديثة لتدريس مادة الفيزياء والكيمياء وفق المقاربة بالكفايات؛
 - ✓ توفير وتكوين المحضرين تكوينا علميا، إلى جانب معالجة مشكل تجهيز المختبرات عبر وضع مسطرة واضحة لتزويدها بالمعدات والأدوات، مع تتبع هذه العملية بشكل دوري، والحرص على تحديث المعدات المخبرية دوريا؛
 - ✓ ضرورة اعتماد التفويج في تدريس مادة الفيزياء والكيمياء بكل المستويات والأسلاك التعليمية العلمية، والعمل على ألا يتعدى عدد التلاميذ بالفصول الدراسية أكثر من 30 تلميذا(ة)، حتى يمكننا تدريس المواد العلمية باعتماد نهج التقصي
 - ✓ توفير قاعات دراسية مختصة تمكن مدرسي مادة الفيزياء والكيمياء من التدريس بالمجموعات، عند اعتماد نهج التقصي؛
- إعادة النظر في المنهاج الدراسي للمادة للانتقال من منطق تربوي يركز على المدرس إلى منطق آخر يقوم على مركزية المتعلم في التعلم.

المراجع العربية

- المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي، من أجل مدرسة الإنصاف والجودة والارتقاء، رؤية إستراتيجية للإصلاح 2015-2030، الرباط، المملكة المغربية. ص: 58
- DeBoer.G، أورده، الهندال دلال عبد الرزاق و منال حميدي الديحاني، 2016، مدى استخدام طريقة الإستقصاء في تدريس العلوم في مدارس المرحلة الأبتدائية، مقارنة بين مدارس التعليم ومدارس التربية الفكرية، العلوم التربوية، العدد الثاني، أبريل 2016، كلية التربية الأساسية، الكويت، ص: 354
- المملكة المغربية، الرؤية الإستراتيجية، 2015-2030.
- الهيئة الوطنية لتقييم منظومة التربية والتكوين والبحث العلمي، 2016، التقرير التحليل للبرنامج الوطني لتقييم مكتسبات تلامذة الجذع المشترك 2016 PNEA، المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي، ص: 85-86.
- عماد فيصل هلال العزام، 2017، اتجاهات المعلمين نحو استخدام استراتيجيات التدريس الحديثة في محافظة إربد، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، المجلد السادس، عدد 20، تشرين الأول 2017، ص: 154.
- الجريدة الرسمية، عدد 6805-17 ذو الحجة 1440 (19 أغسطس 2019)، المملكة المغربية، ص: 5631
- أنستازي، أورده الزبيدي كامل محمد علوان، 2004، علم النفس الاجتماعي، مؤسسة الوارف للنشر والتوزيع، ب ط، عمان الأردن، ص: 110.
- عايش محمود زيتون، 2010، الإتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريبها، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ص: 82.
- اللقاني أحمد، 1995، تطوير مناهج التعليم، عالم الكتب، القاهرة، ص: 6.
- شمت المجيد عبد الله، 2006، اتجاهات طلبة كلية التربية في صلالة نحو مهنة التعليم دراسة ميدانية، المجلة التربوية، العدد 18، المجلد 21، جامعة الكويت، الكويت، مجلس النشر العلمي، ص: 101.
- موسى عبد الله عبد الحي، 1983، المدخل الى علم النفس، جامعة الزقازيق، بنها، مصر، ص: 133.
- عماشة سناء حسن، 2010، الاتجاهات النفسية والاجتماعية، أنواعها ومدخل لقياسها، ط-1، مجموعة النيل العربية، القاهرة، مصر، ص: 23.
- عايش محمود زيتون، 2010، الإتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريبها، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ص: 82.
- كينيت جورج، أورده، نشوان يعقوب حسين، 1994، اتجاهات معاصرة في مناهج وطرق تدريس العلوم، دار الفرقان للنشر والتوزيع الطبعة 2، عمان، الأردن، ص: 111.
- نشوان يعقوب، مرجع سابق، ص: 112.
- الحرارشة كوثر عبود، 2017، أثر استخدام دورة التقصي الثنائية في اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير الناقد في مادة العلوم لدى طلبة الصف السادس الأساسي في الأردن، مجلة كلية التربية، جامعة الأزهر، العدد 173 الجزء الأول، أبريل 2017.
- كمال زيتون، 1988، فعالية التدريس بالإستقصاء في تنمية مهارات البحث العلمي والتفكير الناقد والإتجاهات العلمية لدى طلاب العلوم البيولوجية بكلية التربية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الإسكندرية، مصر.
- Zahou.(G), et Xu.(J)، أورده، الهندال دلال عبد الرزاق و منال حميدي الديحاني، مرجع سابق، ص: 389.
- العوايدة.راكان حيدر، 2013، صعوبات تطبيق التعلم النشط في المدارس الثانوية لمحافظة مادبا الأردنية من وجهة نظر المعلمين، في ضوء عدد من المتغيرات، رسالة ماجستير، كلية العلوم التربوية، جامعة الشرق الأوسط، الأردن، ص: 71.
- زامل مجدي علي، 2006، وجهات نظر معلمي المرحلة الأساسية الدنيا في مدارس وكالة الغوث الدولية نحو ممارستهم التعلم النشط في محافظتي رام الله ونابلس، مجلة المعلم/الطالب، حزيران/كانون أول، عمان.
- العوايدة راكان حيدر، 2013، صعوبات تطبيق التعلم النشط في المدارس الثانوية لمحافظة مادبا الأردنية من وجهة نظر المعلمين في ضوء عدد من المتغيرات، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الشرق الأوسط، كلية العلوم التربوية.
- Chemwei (B) et Somb(A)، أورده العزام عماد فيصل هلال، 2017، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، المجلد السادس، عدد 20، تشرين الأول 2017، الأردن، ص: 160-161.

REFERENCES

- [1] Deryter Ségolène, 2012, Le rôle de l'enseignant dans la démarche d'investigation, HAL Id: dumas-00736408. [en ligne]; https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00736408/file/deryter_segolene.pdf
- [2] Alain Jameau Creed, 2017, Démarche d'investigation en sciences au collège et connaissances professionnelles des enseignants. Une étude de cas en physique-chimie. https://www.academia.edu/2276315/D%C3%A9marches_dinvestigation_en_sciences_au_coll%C3%A8ge_et_connaissances_professionnelles_des_enseignants_une_%C3%A9tude_de_cas_en_physique-chimie?auto=download.
- [3] European Scientific Journal March 2017 edition Vol.13, No.7 ISSN 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. [en ligne] URL: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n7p159>.
- [4] UNESCO, 2010, Education au Maroc, Analyse du secteur, p: 60. [en ligne]; <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189743f.pdf>
- [5] Rapport d'enquête IFÉ – ENS de Lyon Décembre 2011, Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire, représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie. [en ligne] <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-d2019enquete-diest-decembre-2011>.

Formulation d'un béton à base de fibres de coco pour la correction des pathologies de bâtiment

[Formulation of a coconut fiber-based concrete for building pathology correction]

Mamery Adama Serifou¹, Ouaga Jean Bruce Nataniel Gboga², Bleh Raoul Ulrich Kouassi³, and Edjikémé Emeruwa¹

¹UFR Sciences de la terre et des ressources minières, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Ecole supérieure des travaux publics, Institut National Polytechnique Houphouët Boigny, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

³UFR environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The use of fibers has proven to be an effective solution for correcting certain building pathologies. This is particularly true for plant fibers such as coconut fibers. Their use contributes to the improvement of mechanical performance. This study was conducted to investigate the influence of the length of coconut fibers on the physical and mechanical properties of micro-concrete used for correction. This mortar was prepared with grade 1/5 gravel and 0/1 sand. The fiber lengths are 20 or 40 mm. From the experiments, it is evident that the presence of coconut fibers in the mortar reduces compressive strength, delays setting, and makes it firmer. Regarding fiber length, it varies inversely with the aforementioned delay and workability. However, the increase in length corresponds to an increase in porosity and compressive strength.

KEYWORDS: Concrete, Plant fibers, coconut, Building.

RESUME: L'utilisation des fibres est une solution qui s'est efficace pour corriger certaines pathologies dans le bâtiment; c'est le cas des fibres végétales telles que les fibres de coco. Leur utilisation contribue à l'amélioration des performances mécaniques. Ce travail a été mené pour étudier l'influence de la longueur des fibres de coco sur les propriétés physiques et mécaniques micro-bétons de correction. Ce mortier a été élaboré avec du gravier de classe 1/5 et du sable 0/1. La longueur des fibres sont de 20 ou 40 mm. A l'issue des expérimentations, il ressort que la présence de fibres de coco dans le mortier diminue la résistance en compression, retarde sa prise et le rend plus ferme. Concernant la longueur des fibres, elle varie inversement avec le retard susmentionné et son ouvrabilité. Mais l'augmentation de longueur évolue en même temps que la porosité et la résistance en compression.

MOTS-CLEFS: Béton, Fibre végétales, coco, Bâtiment.

1 INTRODUCTION

La demande de logements en Côte d'Ivoire s'est proliférée par la croissance démographique rapide qui est de 2,6 % par an selon recensement général de la population ivoirienne de 2014. Cette pression implique l'intensification des constructions en hauteur (immeuble), parfois sans respect de la réglementation en vigueur ce qui est la base de nombreuses pathologies dans le bâtiment telles que les fissures. Le renforcement des bétons par des fibres, en général, peut offrir des solutions techniques pour l'amélioration des performances mécaniques [1]. Spécifiquement, le renforcement des matériaux par les fibres végétales apporte de nombreux avantages aussi bien pour l'exécuter des ouvrages de manière écologique que pour remédier au

problème que pose l'utilisation des fibres d'amiante sur la santé humaine [2]. Les fibres de coco ont prouvé leur capacité à limiter et à contrôler la fissuration sous sollicitations mécaniques et à améliorer la résistance à la flexion et au choc [3]. Pour optimiser l'utilisation de cette matière première, il est intéressant de maîtriser leur utilisation dans certains matériaux donnés. L'objectif de ce travail est d'étudier l'influence de la longueur des fibres de coco sur les micro-bétons de correction. De façon précise l'influence des fibres de coco de 2 et 4 cm sera étudiée sur les propriétés physiques et mécaniques dudit béton et comparés à celle d'un micro béton témoin.

2 METHODOLOGIE

2.1 MATIÈRE PREMIÈRE

2.1.1 GRANULATS

Les granulats utilisés sont du gravier et du sable. Le gravier de classe granulaire 1/5 provient d'une carrière de concassage de granite située dans la localité d'Attingué (sud de la Côte d'Ivoire). Quant au sable, il est de classe 0/1 avec un module de finesse de 2,5. Ce Sable est très propre avec une valeur de l'équivalent de sable de 95,81 %.

2.1.2 FIBRES DE COCO

Les fibres de coco utilisées sont issues du traitement des coques de noix de coco provenant de Grand-Bassam (Sud de la Côte d'Ivoire). Le traitement débute par immersion de la coque sèche dans de l'eau pendant deux (02) semaines. S'ensuit le battage des coques à l'aide d'un marteau. Les fibres sont par la suite extraites manuellement par peignage avec un peigne. Les fibres obtenues sont découpées en brin de 20 et de 40 mm. Les tests de caractérisation révèlent que ces fibres possèdent différents paliers d'absorption d'eau au bout de 10 heures. Les plus courtes seaturent avec une quantité d'eau qui correspond à 80 % du poids des fibres. Quant au plus longue, le taux d'absorption correspond à 165 % de la masse des fibres sèches.

2.1.3 CIMENT

Le ciment utilisé est de fabrication locale et de marque béliér. Il est de type portland CPJ et de résistance nominale 32,5 MPa à 28 jours avec une cinétique de durcissement rapide à jeune âge.

2.1.4 EAU

L'eau utilisée pour le gâchage du béton provient du réseau de distribution d'eau potable de la Société de Distribution d'Eau en Côte d'Ivoire (SODECI). L'eau potable convient pour la confection du béton.

2.2 MÉTHODOLOGIE

2.2.1 ESSAI DE PRISE

L'essai de prise est réalisé convenablement selon la norme NF E 196-3 pour déterminer les temps de prise du ciment (début, fin et durée totale) [4]. L'appareil utilisé est l'appareil de Vicat équipé d'une aiguille de 1.13 mm de diamètre. Lorsque, sous l'effet d'une charge de 300 g, l'aiguille s'arrête à une distance d du fond du moule telle que $d = 4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, on dit que le début de prise est atteint. Ce temps mesuré à partir du début de malaxage, est appelé « début de prise ». Le « temps de fin de prise » est celui au bout duquel l'aiguille ne s'enfonce plus que de 0.5 mm [4]. La durée de prise correspond à la différence entre les temps de fin et de début de prise.

2.2.2 CONSISTANCE DU BÉTON

L'équipement utilisé pour déterminer ce paramètre est le cône d'abram. C'est l'essai le plus couramment utilisé pour déterminer la maniabilité du béton frais car, très simple à mettre en œuvre au laboratoire et au niveau des chantiers. Il s'agit de constater l'affaissement d'un cône de béton sous l'effet de son poids propre. Selon la norme: NF P 18- 451, l'essai consiste à remplir un moule tronconique ($D=20 \text{ cm}$, $d=10 \text{ cm}$, $h=30 \text{ cm}$) suivant trois couches tassées avec une tige en acier de 16 mm de diamètre et d'extrémité arrondie, en raison de 25 coups par couche. On relève ensuite le moule avec précaution puis on mesure l'affaissement [5]. L'affaissement correspond à la différence de hauteur du moule et du point le plus haut de la pâte

de béton démoulée. Ainsi, selon le cahier de charge, de façon générale un bon béton est un béton fluide, facile à mettre en œuvre sur le chantier.

2.2.3 ESSAI DE PRISE

L'essai de prise est réalisé convenablement selon la norme NF E 196-3 pour déterminer les temps de prise du ciment (début, fin et durée totale) [4]. L'appareil utilisé est l'appareil de Vicat équipé d'une aiguille de 1.13 mm de diamètre. Lorsque, sous l'effet d'une charge de 300 g, l'aiguille s'arrête à une distance d du fond du moule telle que $d = 4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, on dit que le début de prise est atteint. Ce temps mesuré à partir du début de malaxage, est appelé « début de prise ». Le « temps de fin de prise » est celui au bout duquel l'aiguille ne s'enfonce plus que de 0.5 mm [4]. La durée de prise correspond à la différence entre les temps de fin et de début de prise.

2.2.4 POROSITÉ

La porosité influence la durabilité du composite. En effet, un béton poreux présente un volume de vide plus conséquent, réduisant ainsi sa résistance. La mesure de la porosité se fait par pesée hydrostatique. Elle permet de déterminer la masse sèche (m_s), dans l'eau (m_e) et dans l'air (m_a) des échantillons. Elle est définie par la formule suivante:

$$\eta = (m_a - m_s) / (m_a - m_e)$$

2.2.5 RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

La résistance à la compression déterminée par la norme: NF P 18-406, est mesurée par écrasement des moitiés de l'éprouvette prismatique (7 x 7 x 28) du béton durci au moyen de la presse hydraulique. La résistance à la compression est le quotient de la charge maximale (P) supportée par l'éprouvette avant rupture par la section de celle-ci [6].

$$R_c = P/S$$

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 INFLUENCE DES FIBRES SUR LA DUREE DE PRISE DU CIMENT

Tableau 1. Temps de prise

	Début de prise (h : mn)	Fin de prise (h : mn)	Durée de prise (mn)
Témoin	1: 29	2: 30	61
F2	2:05	2: 35	30
F4	1: 42	2: 30	48

La présence de fibre de coco dans le béton a prorogé le début de prise et abrégé la durée de prise. L'ajout des fibres végétales dans les matériaux cimentaires provoque un retard de prise comme le relèvent plusieurs auteurs [7], [8]. Ce retard est attribué à la présence de sucres libres issus des fibres. Voyant que la fin de prise ne subit pas de grandes modifications, il ressort que la réduction de la durée de prise est causée par le fait que le début de prise soit différé. En comparant l'influence de la longueur des fibres, il ressort que celles fibre de 20 mm retardent plus la prise. Ce qui va provoquer une réduction plus importante du temps de prise

3.2 INFLUENCE DES PAILLES SUR L'OUVRABILITÉ

Tableau 2. Affaissement au cône d'Abram

Echantillons	BT	BF2	BF4
Affaissement au cône d'Abrams (mm)	57	62	58
Ouvrabilité	Plastique	Plastique	Plastique

Vu que la consistance des mélanges fibrés est supérieure à celle du témoin, il ressort que la présence fibres de coco conduit à raffermir d'avantage le béton. La source de ce constat serait l'absorption d'une partie de l'eau de gâchage par les fibres de coco [9]. Concernant l'influence des longueurs, le constat est que l'affermissement varie inversement avec la longueur des fibres. Les fibres plus longues donnent un béton moins ferme à cause de la surface plus importante d'absorption des fibres.

3.3 INFLUENCE DES FIBRES SUR LA POROSITE

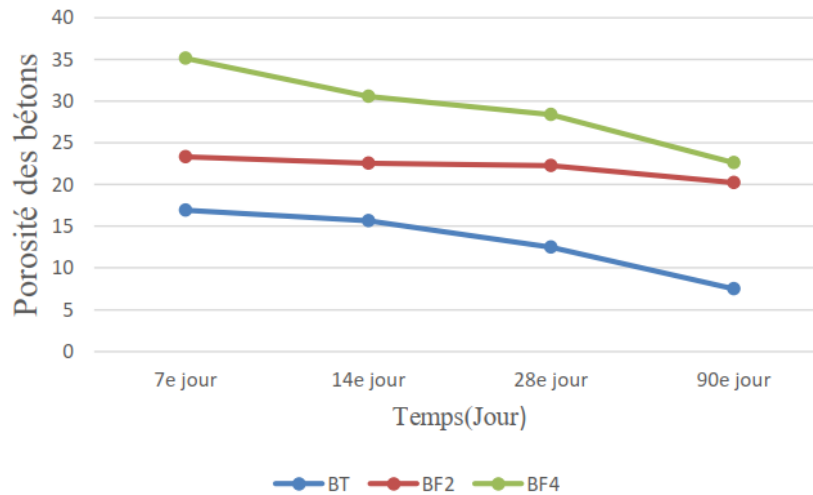


Fig. 1. Variation de la porosité du béton

De façon générale, la porosité de tous les échantillons baisse avec le temps. Cette baisse est liée au processus d'hydratation du ciment, les hydrates formés avec la maturation du béton contribuent à la réduction des vides donc les pores au sein du béton. Ce même constat a été fait par TRAORE [10], lors de ses travaux sur les composites constitués de ciment et de coque de noix de palme. Par ailleurs, la présence de fibres de coco dans la matrice augmente sa porosité. C'est le constat qui ressort de la position de la position relative des courbes sur ce graphique. Cela est dû à l'introduction d'air occlus avec la présence des fibres végétales. En outre, la longueur des fibres influence également ce paramètre. L'évolution de la porosité est inversement proportionnelle à la taille des fibres. Cela pourrait se justifier par la surface spécifique qui est plus grande avec les fibres courtes. Il y a également la quantité des fibres puisque pour un même volume de fibre, celles de 20 mm sont plus nombreuses que celles de 40 millimètre [7].

3.4 RÉSISTANCE EN COMPRESSION

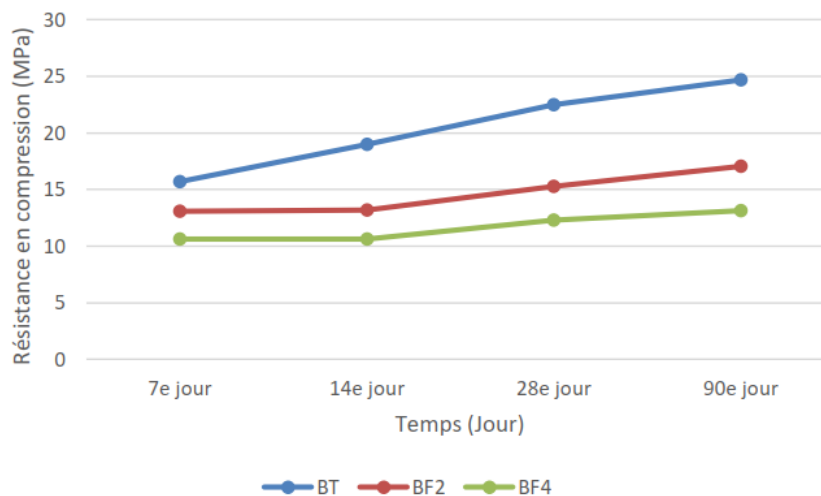


Fig. 2. Variation de la résistance en compression du béton

La figure présente une augmentation progressive de la résistance en compression de tous les échantillons avec le temps. Elle augmente de 24 %, 30 % et 57 % respectivement pour BF2, BF4 et BT. Cela est dû à la réaction d'hydratation des minéraux du clinker, qui favorisent la cristallisation des hydro-silicates (CSH) et des hydro-aluminâtes de calcium (CAH). Ces derniers favorisent un réarrangement occupant progressivement les vides au sein du béton [5]. Ils vont donc davantage densifier le matériau ce qui contribue à l'amélioration de la résistance du béton dans le temps. Ce résultat est conforme à celui de TRAORE [10] selon lequel les réactions d'hydratations améliorent la résistance mécanique du béton dans le temps. Aussi sous la contrainte, les éprouvettes de béton témoin se disloquent. Ce qui n'est pas le cas des bétons fibrés. D'où la résistance des fibres à la des fissures. Ce qui nous amène à les utiliser comme béton de correction pour les pathologies.

Aussi, les valeurs de la résistance en compression du béton témoin sont supérieures à ceux des bétons fibrés. Cette remarque s'explique par le fait que l'incorporation des fibres dans la matrice cimentaire augmente le volume des vides et diminue la compacité du mortier, d'où une diminution de la résistance à la compression [11]. Dans la grande majorité des cas, l'incorporation de fibres de coco dans le béton entraîne une réduction de la résistance en compression.

En outre, la différence de longueur des fibres influe sur la résistance du béton. Le BF2 à une résistance légèrement supérieure au BF4. Cela pourrait être dû à une répartition inhomogène des fibres durant le coulage des éprouvettes du fait de leur plus grande longueur [7].

4 CONCLUSION

Dans le cadre du développement de l'écoconstruction, l'utilisation des fibres végétales, notamment celles de coco, s'avère une solution durable. S'agissant d'envisager les conditions de leur utilisation, cette étude s'est intéressée à l'influence de la taille des pailles de coco sur la propriété physique et mécaniques es micro-bétons. Selon les résultats obtenus : La résistance en compression du béton de fibres de coco diminue pendant qu'elle sa porosité. Elle retarde la prise du béton frais et le rend plus ferme. La longueur des fibres varie inversement avec le retard observé et l'ouvrabilité du mélange frais mais dans le même sens que la porosité et la résistance en compression. Aussi, au cours de l'exécution les fibres de coco ont révélé leur aptitude à résister à la propagation des fissures dans le béton d'où son utilisation pour la correction des pathologies.

REFERENCES

- [1] MOKHTARI A. Influence des ajouts minéraux sur les performances mécaniques des bétons renforcés de fines fibres végétales de palmier Dattier. Master en génie civil. Université de Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 79 p, 2006.
- [2] DJELOUACHI H. Influence des fibres végétales sur les propriétés physico-mécaniques d'un béton. Mémoire master Génie des Matériaux. Université M'hamed Bougara-Boumerdes. Algérie, 58 p, 2017.
- [3] DJOHORE A. C. Elaboration et caractérisation physico-mécanique des mortiers de terre à base des pailles de riz et des fibres de coco pour des maçonneries de terre. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 191p, 2020.
- [4] AMRANE A. et HADDAD H. Etude de l'influence de la margine d'olive sur les caractéristiques physico-mécaniques du béton, 14, 54 – 57 p, 2016.
- [5] KOFFI.K. J-F. Béton à base de matières végétales: cas de ricinodendron heudelotii (AKPI); optimisation de la proportion des coques. Mémoire Master en Sciences de la terre spécialité Géomatériaux Université Felix Houphouet Boigny d'Abidjan. 70 p, 2019.
- [6] TCHAKOUTE K. H. Elaboration et caractérisation de ciment géo-polymères à base de scories volcaniques. Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé I, Cameroun, 137p, 2013.
- [7] PAGE J. Formulation et caractérisation d'un composite cimentaire bio-fibré pour des procédés de construction préfabriquée. Thèse en génie civil, Université de Caen Normandie, 240 p, 2017.
- [8] SEDAN, D. Etude des interactions physico-chimiques aux interfaces fibres de chanvre/ciment : influence sur les propriétés mécaniques du composite, Thèse de doctorat, Université de Limoges, France, 129p, 2007.
- [9] GARAT W., MOIGNE N. L., CORN S., BEAUGRAND J. J., BERGERET A. Processus de Gonflement des Fibres Végétales en Conditions Hygro/Hydro-thermiques: Détermination des Coefficients d'Hygro/Hydro-expansion, Revue des composites et des matériaux avancés / Journal of Composite and Advanced Materials, 2019, 29 (4), pp.225-232, 2021.
- [10] TRAORE Y. Influence du traitement des coques de noix de palme sur les propriétés physico-mécaniques des bétons légers, rapport, 33èmesRencontres Universitaires de Génie Civil, Bayonne, 27 au 29 mai 2015, Laboratoire Génie Civil, Université de Pau et des pays de l'Adour, France, 11p, 2015.
- [11] MAHITAVELO Z. A. D. Contribution à la valorisation de la bagasse-application à la fabrication de béton de fibre. Mémoire Master Science des matériaux, Université d'Antananarivo. 124 p. (2014).

Problématique de la gestion des déchets ménagers solides à Kinshasa et voies de leur valorisation ou recyclage: Cas du quartier Mbuku dans la Commune de Kisenso

[Problems of solid household waste management in Kinshasa and ways of their recovery or recycling: Case of the Mbuku district in the Municipality of Kisenso]

Lokango Okintambolo Olivier¹, Samba Lokombe Christian², Binti Fataki Keziah¹, Katende Kanyinda Paul³, Kusansuka Kabanda Jérémie¹, Kalonji Wataie Kevin⁴, and Tshefu Lokangu Lambert⁵

¹Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département de Géologie Urbaine et Environnement, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

²Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département d'hydrologie et d'hydrogéologie, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

³Assistant de Recherche de premier Mandat, Institut Géographique du Congo, Département de la Cartographie, B.P. 3086 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁴Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département Géologie Appliquée, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁵Attaché de Recherche, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département de Géologie Appliquée, B.P. 898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The choice made on this subject is explained by the mismanagement of solid waste in the city of Kinshasa which constitutes a major problem for the latter. This is how we assessed the knowledge of the population of the Mbuku district in the Municipality of Kisenso on the management of solid household waste, with a view to trying to set up an integrated management system for this waste through the recovery or recycling. This led us to organize a separate collection of solid waste in 21 households in this neighborhood. The solid waste thus collected was categorized into organic and non-organic waste, then weighed separately according to the fractions. The organic waste was recycled into compost and the non-organic waste sent to the various respective recovery sectors. In this district, as the average household size is 17 people, waste production is estimated at 0.3 kg/person per day. The results of the physicochemical analyzes of the compost produced comply with standards and literature for mature, good quality compost. The compost produced played a big role in the fertility of the soil for growing amaranths which we used as a test. To remedy this situation, a diagram summarizing the systems to be implemented for integrated and sustainable management of solid household waste in the district was proposed as a project.

KEYWORDS: Solid household waste, Compost, *Amaranthus hybridus* sp.

RESUME: Le choix porté sur ce sujet s'explique par la mégestion des déchets solides dans la ville de Kinshasa qui constitue un problème majeur pour cette dernière. C'est ainsi que nous avons évalué la connaissance de la population du quartier Mbuku dans la Commune de Kisenso sur la gestion des déchets ménagers solides, en vue d'essayer de mettre en place un système de gestion intégrée de ces déchets par la valorisation ou recyclage. Ce qui nous a amené à organiser une collecte séparée des déchets solides dans 21 ménages de ce quartier. Les déchets solides ainsi collectés ont été catégorisés en déchets organiques

et non organiques, ensuite pesés séparément selon les fractions. Les déchets organiques ont été valorisés en compost et les déchets non organiques envoyés dans les différentes filières de valorisation respectives. Dans ce quartier, comme la taille moyenne de ménages est de 17 personnes, la production de déchets est évaluée à 0,3 Kg/personne et par jour. Les résultats des analyses physico-chimiques du compost produit, sont conformes aux normes et aux littératures pour un compost mur et de bonne qualité. Le compost produit, a joué un grand rôle dans la fertilité du sol pour la culture des amarantes que nous nous sommes servis comme test. Pour remédier à cette situation, un schéma résumant les système à mettre en œuvre pour une gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides au quartier a été proposé comme étant un projet.

MOTS-CLEFS: Déchets ménagers solides, Compost, *Amaranthus hybridus sp.*

1 INTRODUCTION

Le développement économique et l'urbanisation ont généralement pour corollaire une augmentation de la consommation et de la production des déchets par habitant [35]. La République Démocratique du Congo comme la plupart des pays en développement de l'Afrique centrale n'a pas échappé à cette réalité. En 2019, la ville de Kinshasa avait produit 3 millions de tonnes des déchets solides par an soit près de 8.200 tonnes par jour. La production journalière par habitant, selon la commune de résidence, était évaluée entre 350g et 750g [15].

En 2023, L'équipe de gestion des déchets d'ONU-Habitat et de la Cellule de Développement Urbain de Kinshasa (CDUK) ont montré qu'à Kinshasa, 10 661 tonnes de déchets solides municipaux sont générées quotidiennement, mais que seulement 2 % sont collectés. Par conséquent, l'objectif de développement durable 11.6.1 à Kinshasa est de 1 %. La production de déchets solides municipaux par habitant à Kinshasa est de 0,75 kg par jour, et le taux de récupération de la ville est de 1 % [42].

Cette situation dont les effets sont visibles par tous (Figure n°1), engendre des nuisances importantes pour les habitants de Kinshasa et a des conséquences néfastes sur la santé de la population, sur l'environnement et sur les ressources. Au regard de cette situation, il est plus que nécessaire que la ville de Kinshasa se dote d'un plan de gestion durable des déchets solides et d'assainissement qui doit tenir compte des réalités du pays en général et pour la ville de Kinshasa en particulier et intégrer tous les acteurs concernés par ce secteur. Les espaces où sont concentrés les déchets sont des zones propices où pullulent des agents pathogènes qui sont les moustiques, les mouches, les rongeurs, etc. En ce qui concerne les moustiques et les mouches, ils sont vecteurs de divers maux donc le paludisme et la maladie du sommeil pour la mouche tsé-tsé qui a été identifiée à Kinshasa par les services vétérinaires [31].

Le quartier Mbuku dans la commune de Kisenso n'échappe pas à cette réalité. De ce fait, nos objectifs à atteindre sont les suivants: Evaluer la connaissance de la population du quartier Mbuku sur la problématique de la gestion des déchets ménagers solides; Organiser la collecte séparée à la base au niveau des ménages cibles en séparant les déchets organiques des déchets inorganiques; Caractériser les déchets ménagers produits au quartier Mbuku; Quantifier la production moyenne journalière des déchets ménagers solides dans ces ménages, Valoriser les déchets organiques quantifiés en produisant du compost; Déterminer les paramètres physico-chimiques du compost produit au quartier Mbuku et d'en évaluer la qualité; Expérimenter le compost produit au quartier Mbuku par les cultures d'*Amaranthus hybridus sp* en plates-bandes expérimentale et témoin; Orienter les déchets inorganiques vers les filières de recyclage; Proposer un plan de mise en place d'un système de gestion intégrée de ces déchets ménagers solides.



Fig. 1. Les différentes destinations des déchets produits à Mbuku (Rivière, Ravin ou Erosion, Décharge sauvage...).
Sources: Photographie personnelles

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Le quartier Mbuku est borné:

- Au Nord, par l'avenue Congo Fort qui le sépare du quartier Libération;
- Au Sud, par la rivière Kwambila, qui le sépare du quartier Mandela de la commune de Mont-Ngafula;
- A l'Est, par le quartier Amba;
- A l'Ouest, par l'avenue Congo Fort qui le sépare du quartier Mbanza-Lemba, de la commune de Lemba

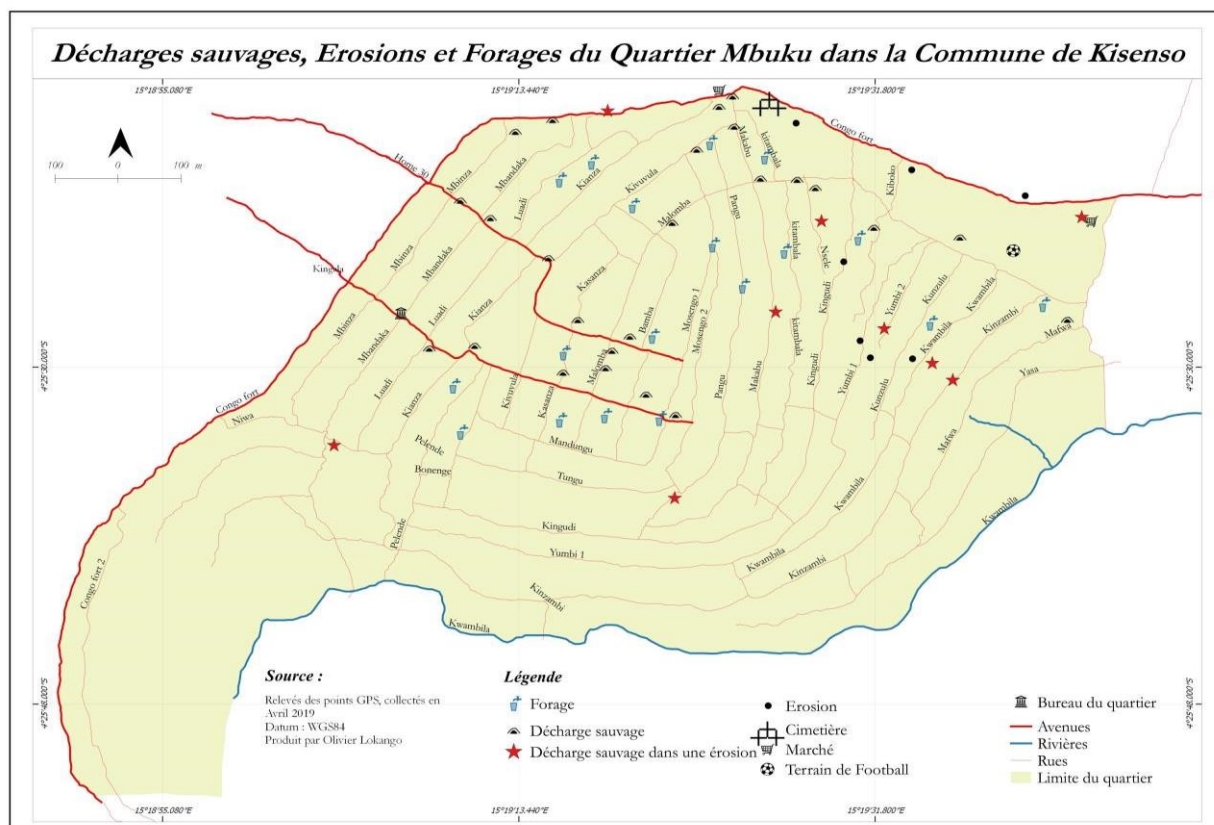


Fig. 2. La carte de décharge sauvage, forage et érosion du quartier Mbuku dans la commune de Kisenso (Source: Olivier Lokango Okintambolo, 2023)

2.2 MATERIEL

Le matériel d'étude était composé de matières suivantes: Déchets ménagers solides (Feuilles mortes ou fleur, Les restes des légumes, Fruits et épluchures, Reste de repas, Papiers et Cartons, Sachets et Bouteilles plastiques, Verre, Métaux et Boites,...etc.), *Amaranthus hybridus sp* (ses plantules ont été utilisées pour expérimenter la qualité du compost produit à partir des déchets organiques récoltés dans les ménages enquêtés) et du compost (produit par valorisation des déchets organiques). Certains outils ont également servi pour mener cette étude.

Il s'agit: GPS pour prélever les coordonnées géographiques des (décharges sauvages, forages et érosions) du quartier Mbuku; Un questionnaire d'enquête; Un stylo marqueur des différentes couleurs (pour codifier les sachets poubelles) et le carnet de terrain; Un appareil photographique pour la prise de vues dans les différents sites; Une calculatrice scientifique pour calcul; Arrosoir (pour le compostage et croissance des amarantes) et Deux bidons 25 litres; Un tamis pour tamiser toutes les substances plus grosses dans le compost; Un pousse-pousse pour la collecte des déchets dans les ménages; Un râteau, la bêche, une machette et la brouette; Les sachets poubelles pour la quantification des déchets; Des gants, un pair de botte et un cache-

nez; Deux balances électroniques de marque Saco de 25 kg et 200 kg de poids maximum; Fourches pour le tri-sélectif des déchets; Mètre ruban de 150 cm pour la mesure de la taille des amarantes et une latte de 30 cm.

2.3 MÉTHODES

Afin de collecter les données pour cette étude, nous nous sommes servis des méthodes ci-après:

- ❖ **L'observation:** a permis de palper le fait sur le terrain et déterminer le réel problème de la population. Cette observation a porté aussi sur la croissance des Amarantes, le développement de leurs tiges et feuilles sur les deux plates-bandes (sol expérimental et sol témoin);
- ❖ **La description:** a permis de décrire les résultats et le champ du travail pour mieux appréhender les différentes réalités qui s'y trouvent;
- ❖ **L'expérimentation:** a permis de peser les déchets pour connaître la quantité des déchets produits journalièrement dans les ménages du quartier Mbuku. Elle a également permis d'expérimenter la qualité du compost dans la culture d'Amarante (*Amaranthus hybridus sp*). Elle a permis en outre, de déterminer certains paramètres physico-chimiques du compost en vue d'en évaluer la qualité

A ces méthodes, il a été associé également quelques techniques que voici:

- **Documentaire:** a permis de rassembler les ouvrages, les notes de cours et d'autres publications qui ont fournis des informations nécessaires;
- **Analytique:** a permis de décomposer les données recueillies lors de notre enquête en vue de bien comprendre le problème lié à la gestion des déchets;
- **L'échantillonnage:** a permis de déterminer la taille de la population à enquêter. Ici, le ménage était considéré comme étant l'unité échantillonnale

Au niveau du quartier Mbuku, l'échantillon a été calculé à l'aide de la formule ci-après:

$$n_x = \frac{n \times n_1}{N}$$

Avec: n_x = nombre des ménages échantillons par quartier; n_1 = Nombre des ménages résidentiels par quartier (1395); n = nombre total des ménages échantillons pour toute la commune de Kisenso (10.000); N = nombre des parcelles (ménages) résidentielles dans toute la commune (26.014).

$$n_x = \frac{n \times n_1}{N} = \frac{10.000 \times 1395}{26.014} = 536 \text{ ménages}$$

Nous avons tiré les 20 % de 536, soit **107 ménages** pour augmenter la fiabilité des résultats. C'est ce nombre qui constitue la taille de notre échantillon des ménages à enquêter au niveau du quartier Mbuku. Le pas de sondage ou l'intervalle était calculé en divisant 1395 parcelles par 107, soit **13 ménages**. Ce procédé est scientifiquement autorisé dans le cadre des enquêtes prioritaires dans une population donnée [14].

- **Interview et enquête:** Une parcelle a été considérée comme un ménage qui a eu à répondre à une série de questions en rapport avec la situation de la gestion des déchets. L'enquête par questionnaire s'est effectuée de porte à porte. Nous avons posé différentes questions à la population et écouté leurs préoccupations. Elle nous a permis de collecter les données sur terrain. La présente étude a été effectuée aux cours de la période allant du janvier au juillet 2023
- **Tri- sélectif et quantification des déchets:** par tirage au sort, **21** parcelles ont été sélectionnées soit **20 % partant de l'échantillon (107 ménages)** pour permettre de travailler sur un sous-échantillon aléatoire et représentatif

Au site de valorisation, les déchets subissaient d'abord la mensuration globale et ensuite triés pour être pesés selon les catégories et fractions: verres, plastiques, métaux, textiles et les déchets biodégradables étaient enfin entassés en vue du **compostage**. Il a été procédé aux 3 pesées journalières par ménage afin de déterminer la quantité des déchets produits en moyenne par jour dans un ménage.

- **Expérimentation du compost dans la culture de l'Amarante (*Amaranthus hybridus sp*):** Nous avons mis au point un dispositif expérimental de **2 m²** dont **1 m²** pour le sol composté et l'autre **1 m²** pour le sol témoin. Il y a eu 100 pieds d'amarantes avec un écartement de **10 cm** entre 2 pieds
- **Mesure de la taille des amarantes (dans le sol témoin et dans le sol compost)** pour savoir s'il y a une différence significative entre les amarantes plantées dans les deux types des sols en vue de l'évaluation de la qualité du compost

- **Traitement et analyse des données:** L'analyse et le traitement des données a commencé par le dépouillement manuel des fiches d'enquête avec codification des réponses. Le traitement statistique a été rendu possible grâce aux logiciels: Microsoft Word, Excel et XSTAT version gratuite 2023.2.1414

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ASPECTS RELATIFS AUX DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leur statut d'occupation, sexe, état-civil, niveau d'études et l'existence d'autres ménages dans leurs parcelles

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Statut d'occupation	Locataires	22	21
	Propriétaires	85	79
	Total	107	100
Sexe	Masculin	39	36
	Féminin	68	64
	Total	107	100
Etat-civil	Célibataires	31	29
	Marié(s)	58	54
	Veuf (ve)s	13	12
	Divorcé(e)s	5	5
	Total	107	100
Niveau d'études	Licence	9	8
	Graduat	12	11
	Diplômés d'Etat	33	31
	6 ans Primaires	9	9
	Autres	44	41
	Total	107	100
Existences d'autres ménages dans les parcelles enquêtées	Oui	62	58
	Non	45	42
	Total	107	100

Les résultats sociodémographiques montrent que les femmes (64%) dominent sur les hommes (36%), ceci peut s'expliquer par le fait que les femmes restent pendant la journée dans les ménages pour s'occuper des tâches de la maison alors que les hommes vont à la recherche du pain quotidien pour la famille. Ce résultat est similaire à celui [17] où les femmes représentent 63,5% des enquêtés. Concernant le statut d'occupation des maisons 79% des ménages ont eu le statut de propriétaire, 21 % étaient de locataire. Ce résultat est en accord avec celui de [5] qui a trouvé 56% des ménages ont eu le statut de propriétaire.

Les mariés (54%) sont dominants en ce qui concerne l'Etat-civil. Ce résultat est proche de celui de [16] qui a trouvé respectivement dans leur étude que les mariés étaient majoritaires (64,8%) parmi les enquêtés, ceci devait avoir une implication positive sur la gestion des déchets solides ménagers lorsqu'on sait que les mariés ont un sens de responsabilité élevé parce qu'ils prennent soin de leurs familles, ils doivent aussi avoir le même souci pour bien gérer les déchets au niveau de leurs ménages.

Le niveau d'étude des enquêtés est dominé par les diplômés d'Etat (31%) suivi des gradués (11%) et des licenciés (8%). Les intellectuels ont une perception approfondie dans la problématique de la gestion des déchets, c'est ainsi que leur comportement vis-à-vis de cette gestion doit être différent de ceux qui n'ont pas étudié mais généralement ce n'est pas toujours le cas pour les ménages du quartier Mbuku. C'est ce que confirment également [17] dans leur étude.

La plupart de ménages enquêtés (58%) ont reconnu l'existence d'autres ménages dans leurs parcelles. Cette situation peut avoir de répercussion sur la production des déchets dans ces parcelles lorsqu'on sait que la quantité de déchets produits est proportionnelle au nombre de personnes qui habitent dans une parcelle.

3.2 ASPECTS RELATIFS A LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS MENAGERS SOLIDES

Tableau 2. Répartition des enquêtés selon leurs avis sur l'existence de poubelle familiale, le temps de remplissage de cette poubelle, la destination des déchets après remplissage de la poubelle et les maladies courantes liées à la mauvaise gestion de ces déchets

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Existence d'une poubelle familiale	Oui	73	68
	Non	34	32
	Total	107	100
Temps de remplissage de la poubelle	1 jour	5	7
	2 jours	11	15
	3 jours	16	22
	4 jours	17	23
	5 jours et plus	24	33
	Total	73	100
Destination des déchets après remplissage de la poubelle	Enfouissement dans la parcelle	8	11
	Brûlage dans la parcelle	5	7
	Rejet vers une rivière	4	5
	Rejet vers le ravin où l'érosion	49	67
	Rejet vers une décharge publique brute	7	10
	Total	73	100
Les maladies courantes liées à la mauvaise gestion de ces déchets	Paludisme	81	76
	Maladies des mains sales	16	15
	Verminoses	9	9
	Autres	1	1
	Total	107	100

En ce qui concerne les poubelles et leur gestion, il a été constaté que la plupart (68%) de ménages enquêtés ont des poubelles familiales; c'est ce que confirment également [37] et [25] dans leurs études respectives sur la gestion des déchets solides où 66% et 67,5 % ont des poubelles. Le temps de remplissage de cette poubelle est pour la plupart de ménages de 5 jours et plus (33%) suivie de 4 jours (23%), 3 jours (22%) et 2 jours (15%). Ce résultat s'accorde avec celui de [37] qui a trouvé de 1 à 3 jours (39,2%) suivie de 4 à 7 jours (36,4%). La destination principale des déchets après remplissage de la poubelle est le rejet vers un ravin ou érosion (67%) suivie de celui qui enfuit dans la parcelle (11%). Ce résultat est proche de celui de [32] qui a trouvé 84% de ménages qui jette leur poubelle des déchets dans l'érosion ou le ravin. La possession d'une poubelle familiale seule, ne suffit pas pour gérer les déchets solides mais c'est la destination de ces derniers après remplissage de la poubelle qui pose problème.

La mauvaise gestion de ces déchets pour la plupart des enquêtés est due au manque d'informations et formations nécessaires afin de croître leur connaissance. Pour éviter à ce que cette megestion ait des impacts sur la nature, [30] donne une hypothèse disant qu'une bonne planification d'un système de gestion des déchets ménagers exige au préalable une bonne connaissance de la qualité et des quantités produites dans le présent et une estimation correcte des prévisions dans le futur.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon leur mode de gestion, d'évacuation et de prise en charge des déchets ménagers solides, la séparation des déchets

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Opérateurs d'évacuation des déchets en cas de rejet vers une rivière, vers le ravin ou caniveau et vers une décharge publique brute	Vous-même	48	66
	Pousse-pousseurs	20	27
	Compagnie (ONG)	5	7
	Autres	0	0
	Total	73	100
Au coût de l'évacuation par les pousse-pousseurs et compagnies (ONG)	Moins de 1000FC	13	52
	1000FC – 5000FC	12	48
	Total	25	100
Avis des enquêtés sur la prise en charge de l'évacuation des déchets ménagers solides	Oui	86	80
	Non	21	20
	Total	107	100
Au coût mensuel de cette prise en charge	1000FC – 5000FC	76	88
	6000FC – 10.000FC	7	8
	11.000FC – 15.000FC	2	3
	Plus de 20.000FC	1	1
	Total	86	100
Habitude de séparation de différents types de déchets	Oui	10	9
	Non	97	91
	Total	107	100
Raisons de la non séparation de ces différents types de déchets	Pas de temps	23	24
	Difficile	9	9
	Inutile	30	31
	Non hygiénique	11	11
	Autres	24	25
	Total	107	100

Concernant les résultats en rapport avec le tri ou la précollecte des déchets solides, la majorité (91%) d'enquêtés ne trient jamais leurs déchets en argumentant que c'est une pratique inutile et d'autres évoquent le manque du temps pour le faire; ceci a été prouvé aussi par [16] et [32] dans leurs études respectives sur la gestion des déchets solides où 86,4% et 91% de ménages enquêtés ne trient pas leurs déchets.

Alors une fois que la poubelle est pleine, l'évacuation est faite souvent individuellement à des heures tardives ou trop tôt matin vers une des destinations citées ci-haut. Le constat similaire (évacuation clandestine des déchets) a été aussi fait par [25], [26] et [32]. La plupart d'enquêtés (80%) sont d'accord et prêts pour la prise en charge de coût d'évacuation de leurs déchets produits mais à prix réduit (entre 1000 FC et 5000 FC par mois) compte tenu de leur faible revenu. Ces résultats se marient des études précédentes menées par [3] et [32].

Pour le cas du quartier Mbuku, la solution par rapport à ce problème de gestion des déchets solides n'est rien d'autres qu'une collecte de porte à porte à coût réduit et gestion de proximité en capitalisant l'espace compris entre le Home 30 et le Marché de Mbanza-Lemba afin de créer un Centre de compostage pour valoriser les déchets organiques des quartiers de Mbuku, Mbanza-Lemba et de l'UNIKIN.

Au regard de tout ce qui précède, nous pouvons attester qu'au niveau du quartier Mbuku, les déchets ne sont pas bien gérés et pour remédier à cette situation, nous allons proposer un schéma (voir le figure n°5) résumant des mécanismes à mettre en œuvre pour une gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides au quartier. Cette gestion ne sera possible qu'avec l'instauration de la taxe sur l'assainissement.

PROPOSITION DU SCHÉMA GÉNÉRAL D'UN SYSTÈME DE GESTION INTÉGRÉE ET DURABLE DES DÉCHETS MÉNAGERS SOLIDES DANS LA COMMUNE DE KISENSO

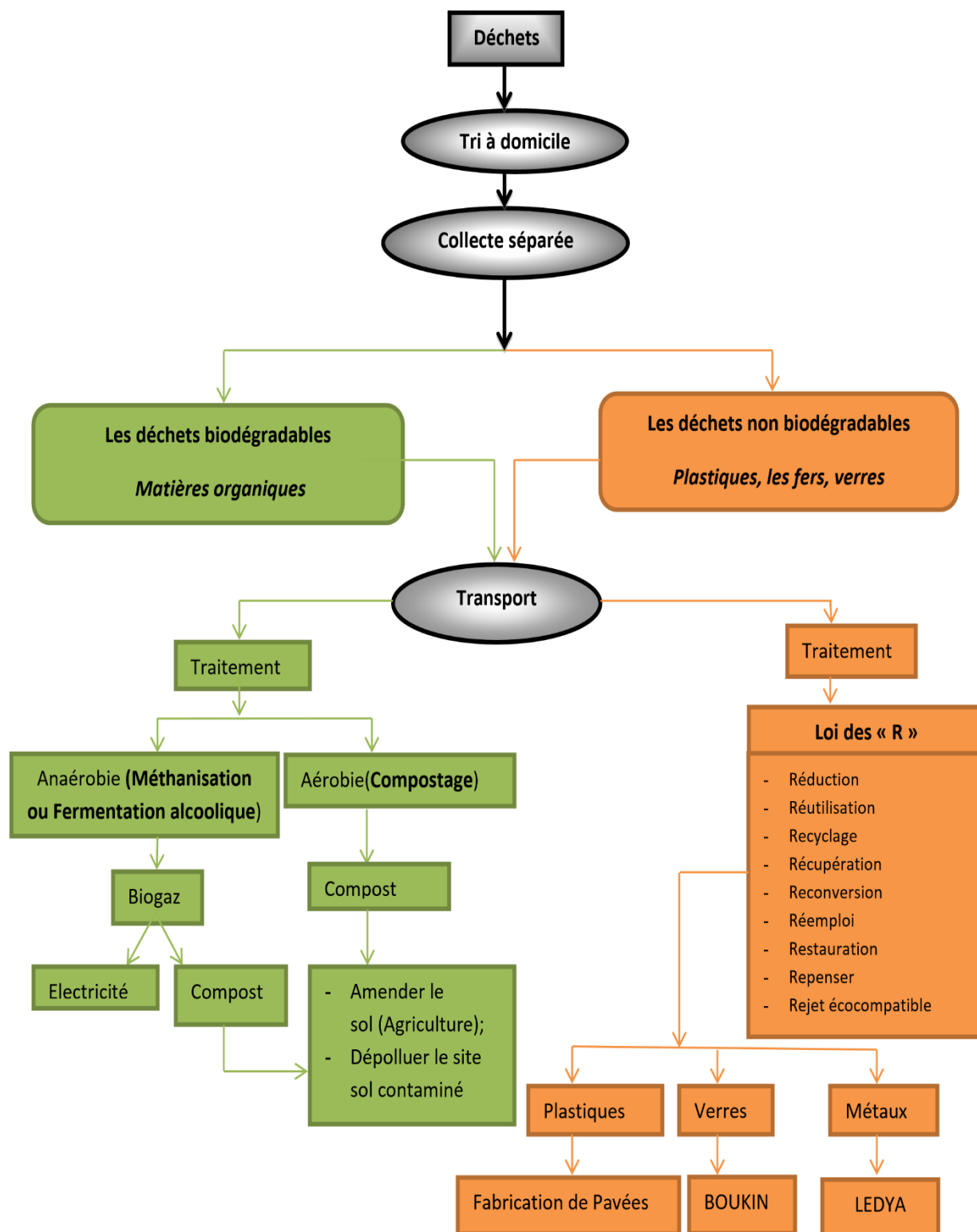


Fig. 3. Schéma proposé du système de gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides à Kisenso

3.3 ASPECTS RELATIFS A LA QUANTIFICATION DES DECHETS SOLIDES MENAGERS

Tableau 4. Données relatives à la quantification des déchets solides ménagers

Catégories		Quantité journalière de déchets (Kg) dans les 21 ménages			Qté journ. moyenne (Kg)/21 ménages	Qté journ. moyenne (Kg)/ 1 ménage	Pourcentage (%)
		1er Jour	2ème Jour	3ème Jour			
Biodégradables		70,200	86,805	80,355	79,12	3,767	86
Non biodégradables	Sachets et bouteilles plastiques	7,215	9,163	11,910	9,429	0,449	10
	Verres	2,057	1,545	1,150	1,584	0,075	2
	Métaux et boîtes	1,078	0,965	1,650	1,231	0,058	1
	Textiles	1,075	1,043	0	0,706	0,034	1
	Total	11,425	12,716	14,710	12,950	0,617	14
Total général		81,625	99,521	95,065	92,07	4,384	100

La quantité des déchets produits à Mbuku est très variable et cela est dû au niveau social qui n'est pas le même dans des ménages. Quant aux résultats relatifs à la quantification des déchets ménagers solides, la production moyenne journalière des déchets solides par ménage est de 86% (3,767 Kg) pour la fraction biodégradable et 14% (0,617 Kg) pour la fraction non-biodégradable répartie comme suite 10% de sachets et bouteilles plastiques, 2% de verres, 1% de métaux et boîtes et 1% de textiles. Ce qui fait un total de 4,384 Kg de déchets produits par jour et par ménage pour l'ensemble de ces deux fractions. Comme un ménage dans ce quartier comprend en moyenne 17 personnes, une personne produirait en moyenne 4,384 Kg/17 personnes = 0,257 Kg $\approx$ 0,3 Kg soit 300g/jour des déchets solides. Sachant que le nombre de la population du quartier Mbuku est 27.402 habitants, donc cette population produirait en moyenne 0,3 Kg x 27.402 habitants = 8.220,6 Kg/jour dont 7.069,7 Kg (86%) des déchets putrescibles et 1.150,9 Kg (14%) des déchets non-putrescibles.

Des conclusions similaires ont été prouvées dans le quartier de Madiata (Commune de Selembao) par [32], dans le quartier Mbanza-Iemba (Commune de Lemba) par [26], dans le Groupement d'Irhambi -Katana (Sud-Kivu) par [4] où la production moyenne des déchets ménagers est de 0,3 Kg/hab./jour.

Les autres conclusions similaires des [11], [34], [3] et [29], qui ont trouvés 0,3 Kg/hab/jour et 0,38 kg/hab/jour dans leurs études. Cette étude s'est déroulée seulement pendant la saison pluvieuse.

Mais ces résultats paraissent différents de ceux trouvés par d'autres auteurs. En effet, [7] ont trouvé une production moyenne de 0,5 Kg par personne dans une étude menée sur le site l'université des Kinshasa. Et la composition de ces déchets était de 65% pour les organiques. La différence entre ces résultats peut être due aux conditions socio-économiques qui ont baissé dans le pays, les gens se retrouvent nombreux dans le ménage avec une production élevée des déchets solides.

Nous avons trouvé que 0,3 Kg est la production moyenne journalière par personne, Mbuku aurait produit au total 8.220,6 Kg/jour. Ces déchets sont mal gérés et on retrouve des déchets éparpillés partout dans le quartier. Si la RASKIN ne s'intéresse pas aux quartiers périphériques comme Mbuku, après une année, il y aura des décharges sauvages partout dans la ville. L'installation de Centres de compostage dans ce quartier serait profitable aux habitants et cela en collaboration avec l'ONG Bopeto existant déjà, qui récolte les déchets dans des ménages pour aller les jeter aux endroits non appropriés créant ainsi d'autres problèmes sur l'environnement et la santé de la population. C'est ainsi que le paludisme (76%) et les maladies des mains sales (15%) dominent dans ce quartier. Ce résultat est similaire avec celui de [26] où le paludisme représente 68% des enquêtes.

3.4 ASPECTS RELATIFS A LA VALORISATION DES DECHETS BIODEGRADABLES PAR LA TECHNIQUE DE COMPOSTAGE

Tableau 5. *Données relatives à la quantité de déchets biodégradables utilisées pour le compostage*

Catégorie de déchets	Quantité journalière de déchets (Kg) dans les 21 ménages			Quantité totale de déchets dans les 21 ménages (Kg)/3jours	Quantité de Composts produits (Kg)
	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour		
Biodégradables	70,200	86,805	80,355	237,36	79

Les résultats relatifs à la valorisation des déchets putrescibles par la technique de compostage aérobie que les déchets biodégradables quantifiés (237,36 Kg) pendant les 3 jours dans les 21 ménages sélectionnés ont servi pour produire du compost et après 3 mois de compostage, la quantité du compost produit est de 79 Kg soit 33% de la quantité initiale des déchets biodégradables. Donc, les 7.069,7 Kg des déchets putrescibles que produit le quartier Mbuku donneront 7.069,7 Kg x 79 Kg/237,36 Kg = 2.352,99 Kg de compost par jour. Or 1 tonne (1000 Kg) de compost coûte 100\$; 2.352,99 Kg de compost coûteront 2.352,99 Kg x 100\$/1000 Kg = 235,299 \$ par jour soit 235,299 \$ x 30 jours = 7.058, 97 \$ par mois. Ces résultats se rapprochent des études précédentes menées par [4], [9], [3] et [40] dans leurs études.

Ces déchets organiques étant constitués plus de déchets de cuisines et parcelles (maisons, arbres), il est tout à fait normal que la réduction en poids connaisse des valeurs de plus de 50%. Ceci permet de prédire des quantités de compost qui peuvent être obtenues lors du traitement de tels déchets.

3.5 ASPECTS RELATIFS AUX TYPES, QUANTITE ET DESTINATION DES DECHETS SOLIDES MENAGERS PRODUITS AU QUARTIER MBUKU

Tableau 6. *Données relatives aux types, quantité et destination des déchets solides ménagers produits au quartier Mbuku*

Types	Quantité /Kg	Destinations
Biodégradables	237, 36	Production du compost sur place au quartier Mbuku
Plastiques (Sachets et bouteilles)	28,288	Vers l'unité de recyclage des Sciences de l'Environnement/Faculté des Sciences à l'UNIKIN (production des pavés, briques, caniveaux).
Verres	4,752	Vendus au prix de 200FC par Kg auprès des mamans acheteuses ambulantes de verres qui, à leur tour, les vendaient à la BOUKIN
Métaux et boîtes	3,693	Les métaux ont été vendus au prix de 400FC par Kg auprès des acheteurs ambulants des métaux qui, à leur tour, les vendaient à l'entreprise LEDYA ou FEMECO ou HARIMEX qui recyclent les métaux dans la commune de Limete à Kinshasa.
Textiles	2,118	Les déchets textiles collectés ont été simplement brûlés.

Ce tableau donne la quantité des différents types des déchets solides ménagers et leurs destinations dont les biodégradables (237, 36 Kg) ont servi pour la production du compost; les plastiques (28,288 Kg) étaient remis à l'unité de recyclage des Sciences de l'Environnement; les verres (3,693 Kg) étaient vendus à l'industrie de BOUKIN, les métaux (3,693 Kg) étaient vendus à l'industrie de LEDYA et autres; enfin, les textiles (2,118 Kg) étaient simplement brûlés par manque d'alternative de leur valorisation. Ces résultats se rapprochent des études précédentes qu'ont menées [9], [28], [3] et [20].

3.6 EVALUATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU COMPOST

Tableau 7. Paramètres physico-chimiques du compost produit à partir des déchets organiques ménagers produits au quartier Mbuku

Paramètres	Unités	Valeurs	Valeurs de référence
Ph	-	6,7	Mustin, 1987, Liassa M., 2018 et Biey, 2019
Conductivité électrique	μs/cm	277	Liassa M, 2018 et Biey, 2019
Température	°C	26,9	Mindele, 2016 et Liassa, 2018
Humidité	%	52,8	Kungana, 2013, Mindele, 2016 et FAO, 2005
Matière sèche (M.S)	%	47,23	Mulaji, 2011 et AFNOR, 2005
Mg	%	0,74	Mustin, 1987 et Castaldi et al., 2008
Pb	mg/kg MS	12,7	Mikomo K., 2014 et AFNOR, 2005
Zn	mg/kg MS	43,2	Mikomo K., 2014 et AFNOR, 2005
Cu	mg/kg MS	9,0	Norme AFNOR, 2005 et Toundou O., 2016
Mn	mg/kg MS	34,9	Luboma M., 2007 et Toundou O., 2016
Fe	mg/kg MS	11,0	Luboma M., 2007 et Alouiemine S., 2006
Cd	mg/kg MS	0,9	Biey, 2001, Mindele, 2016 et AFNOR, 2005
Na	%	0,02	Mulomba, 2014 et Normes Ontario, 2012
K	%	0,41	Mustin, 1987, Mulaji, 2011, Toundou O., 2016, AFNOR, 2005 et FAO, 2005
Ca	%	2,96	Mustin, 1987, Mulaji, 2011 et Toundou O., 2016
Ntot	%	2,02	Castaldi et al, 2008, Mindele, 2016 et Norme AFNOR, 2005
Ctot	%	37,2	Toundou, 2016, Youcai et al, 2008 et Norme AFNOR, 2001
P	%	0,98	Mustin, 1987 et Norme AFNOR, 2005
C/N		18,4	Kolwezi, 2011, Mindele, 2016, Toundou, 2016, AFNOR, 2005 et FAO, 2005

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost produit, ont révélé un pH égal à 6,7. Cette valeur est proche de la neutralité et bon pour le processus de compostage car [6], [8] cité par [20] a signifié que le processus de compostage est relativement peu sensible au pH en grande partie, en raison de larges éventails des microorganismes impliqués et que le pH préféré varie dans la gamme allant de 6,5 à 8,0. La conductivité était à 277 μs/cm respectant la norme internationale fixée à une valeur inférieure à 500 μs/cm. Avec une température de 26,9°C, le compost produit est à la fourchette de la valeur normale acceptable (< 45°C). Ce résultat est similaire de celui de [20] qui a trouvé un pH égal à 6,8; une conductivité de 274 μs/cm et la température de 26,7°C dans le compost produit à partir des déchets organiques dans son étude sur la gestion et voies de valorisation des déchets solides au marché Mfidi dans la commune de Makala. Ce résultat s'accorde avec celui de [25] qui a trouvé la température de 29°C.

La matière sèche obtenue, lors notre expérience est 47,23 %. Ce résultat est proche de celui de [27] qui a trouvé 55,44 %. Ce résultat est conforme aux normes de [2] qui limite une valeur > 30 %. La teneur en humidité obtenue est 52 %. Ce résultat est proche avec ceux de [19] et [25] qui ont respectivement trouvés 53, 2% et 58 %. Ce résultat est conforme aux normes de [13] qui limite une valeur de 40 à 65 %.

La teneur en carbone total obtenue est 37,2%. Ce résultat se marie avec ceux de [39] et [41] qui ont respectivement trouvé 38 % et 37,4 %. Ce résultat est conforme aux normes de [1] qui limite une valeur ≥ 10 %.

La teneur en azote total de cette expérience qui est de 2,02%. Ce résultat s'accorde avec ceux de [10] et [25] qui ont respectivement trouvés 0,93-3,78 % et 2,6 %. Ce résultat est conforme aux normes [2] qui limite une valeur d'azote < 3 %. L'évolution croissante de l'azote total laisse suggérer qu'il y a nitrification progressive de la matière organique [27].

Le rapport C/N dans le processus de compostage permet d'évaluer les pertes en azote, de fixer la durée nécessaire du compostage, d'apprécier l'état de la qualité du compost et enfin de prévoir les utilisations du compost. En pratique le rapport C/N des déchets ménagers situe un compost mur entre de 15 à 20 selon la norme de [13]. Selon la norme de [2] la valeur limite est de >8. Les rapports C/N très élevés supérieurs à 40 des matières sèches influent sur la croissance des microorganismes par

carence en azote avec comme conséquence un temps de compostage très prolongé. Ensuite, des rapports C/N très faibles inférieurs à 20 ont comme conséquence la perte de du Carbone dans l'atmosphère [36].

Lors de cette expérience, nous avons obtenu la valeur de 18,4 pour le rapport C/N à la maturité, ceci est dans la limite admise et proposé par [13] et [2] pour les ordures ménagères. Ce résultat corrobore avec ceux de [39], [25] et [18] qui ont respectivement trouvé 18,3; 18,5 et 19.

L'analyse des éléments fertilisants tels que l'Azote, Phosphore, Calcium, Potassium, sodium et Magnésium a donné une valeur de Calcium (2,96 %) supérieure à celle des autres éléments. Mais la teneur de calcium (2,96 %) est supérieure à celle de Potassium (0,41 %), cette comparaison a été également prouvée par [27] qui avait trouvé 3,42 % et 0,67 % respectivement pour le calcium et le potassium. Lorsque le compost est moins riche en Potassium mais avec une teneur élevée en calcium, ceci constitue un meilleur atout pour la neutralisation des sols riches acides. C'est le cas des sols de Kinshasa. Alors que les résultats obtenus dans ce travail indiquent une teneur en Calcium de 2,96 % qui est de loin inférieure à celle proposée par [28] et par [39] qui sont respectivement 3-12 % et 2,34-3,6 la valeur faible en calcium trouvée s'explique par la forte acidité des sols de Kinshasa.

Selon [12] ont trouvé que les métaux lourds les plus toxiques pour les plantes sont le Cuivre, le Zinc, le Cadmium, le Plomb, le Nickel et le Mercure. Selon la norme de l'Association Française de Normalisation [2] ont trouvé respectivement en mg /kg de MS les valeurs limites de < 300 pour le Cuivre, < 600 pour le Zinc, < 180 pour le Plomb, < 3 pour le Cadmium, < 60 pour le Nickel et < 3 pour le Mercure. Les résultats trouvés dans ce travail présentent les concentrations en dessous de la norme. Le compost obtenu a donné respectivement en mg/kg de MS 9, 0 pour le Cuivre, 43,2 pour le Zinc, 0,9 pour le Cadmium et 12,7 pour le Plomb.

Les teneurs obtenues en oligoéléments sont de 34,9 mg/kg de MS pour le Manganèse et 11,0 mg/kg de MS pour le Fer. Ce résultat est proche de celui de [21] qui a trouvé 42, 1 mg/Kg de MS pour le Manganèse et 15,2 mg/Kg pour le fer. De tout ce qui précède, nous pouvons dire que le compost produit dans cette étude est de bonne qualité physico-chimique.

3.7 TEST DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU COMPOST SUR LA CULTURE D'AMARANTE

Le test de l'évaluation de la qualité du compost issu des déchets collectés du 21 juin au 19 juillet 2023 (soit 28 jours) a été fait au moyen de la culture des *Amaranthus hybridus* par une simple observation d'abord (Il a été mis 100 pieds dans le sol composté et 100 autres pieds dans le sol témoin. Il a été procédé à une série de trois observations, à savoir: après 7 jours, après 14 jours et enfin après 28 jours de culture) et ensuite par les mesures de tailles de 20 tiges dans le sol composté et 20 tiges aussi dans le sol témoin (non composté) au moyen de test de "F" Snedecor pour vérifier si la différence de la taille des tiges d'amarantes dans les deux sols (expérimental ou composté et témoin) était significative ou non.



Fig. 4. Observation d'*Amaranthus hybridus* sp après 7 jours, 14 jours et 28 jours de croissances

Du point de vue observation directe, les Amarantes plantées dans le sol composté ont connu une croissance rapide: la verdure des feuilles est très remarquable avec une couverture du sol (Surface foliaire) évaluée à 35 % au 7^{ème} jour, 70% au 14^{ème} jour et 100% au 28^{ème} jour de culture et par rapport aux Amarantes qui ont été plantées dans le sol témoin (sol non composté)

où les pieds étaient parsemés avec une faible verdure et par conséquent une faible couverture (surface foliaire). Cette observation nous a amené à trouver des explications statistiques ci-dessus.

Du point de vue statistique, il est noté qu'après prélèvement de la longueur des tiges de 20 pieds des Amarantes plantés dans le sol composté et dans le sol témoin (non composté) pendant 28 jours, il se dégage que partant de la somme de taille de 20 tiges d'Amarantes plantées dans le sol composté et dans le sol témoin ou non composté, avec N comme nombre total des échantillons (soit 20), nous avons procédé aux calculs de Test de "F" Snédecor (la comparaison des deux variances ou deux écarts types) suivants (voir Figure n°4)

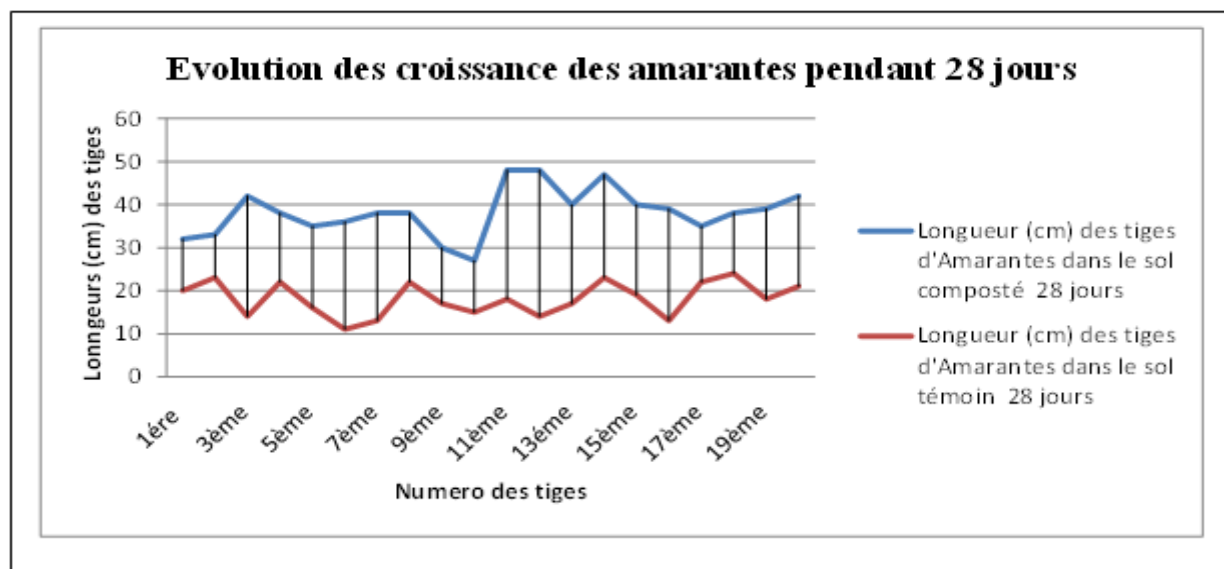


Fig. 5. Evaluation statistique de longueur des tiges de 20 pieds d'Amarantes dans le sol composté et sol non composté (témoin) pendant 28 jours

Il a été constaté que la longueur moyenne des tiges des Amarantes plantées dans le sol composté est largement grande soit 38,25 cm (67,88%) par rapport à celles plantées au sol témoin où cette moyenne est de 18,1 cm (32,12%). Ces résultats corroborent des études précédentes qu'ont menées [19], [23] et [38].

Tableau 8. Test d'égalité des variances (F-Test) au seuil de 0,05

	Sol Composté	Sol Témoin
Moyenne	38,25	18,1
Variance	31,03947368	15,46315789
Observations	20	20
Degré de liberté	19	19
F	2,007317903	
P(F<=f) unilatéral	0,068873222	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,168251601	

Tableau 9. Test d'égalité des variances (F-Test) au seuil de 0,01

	Sol composté	Sol Témoin
Moyenne	38,25	18,1
Variance	31,03947368	15,46315789
Observations	20	20
Degré de liberté	19	19
F	2,007317903	
P(F<=f) unilatéral	0,068873222	
Valeur critique pour F (unilatéral)	3,027357883	

Les résultats obtenus montrent que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,01 < 2,17$) au seuil de 0,05 et $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,01 < 3,03$) au seuil de 0,01. Et donc, les variances sont homogènes, la différence est significative au seuil de 0,05 et la différence est très significative au seuil de 0,01. Le compost produit avec les déchets organiques collectés dans le quartier Mbuku, ont joué un grand rôle dans la fertilité du sol pour la culture des Amarantes que nous nous sommes servis comme test. Ces constats sont confortés par les résultats de [24] et de [27] qui rapportent que l'apport du compost est bénéfique sur l'absorption de l'eau ainsi que sur la croissance. Ces résultats sont en accords avec ceux de [22] et ceux recommandés par [13].

4 CONCLUSION ET SUGGESTION

Au terme de ce travail qui a consisté à instaurer un système intégré de gestion des déchets ménagers solides au niveau du Quartier Mbuku, les conclusions suivantes peuvent être tirées:

- La plupart d'habitants du Quartier Mbuku ont un niveau d'instruction moyen (31% de diplômés, 11% de gradués et de licenciés 9%), ceci devait jouer sur les comportements vis-à-vis de la gestion des déchets lorsqu'on sait que les intellectuels connaissent mieux les méfaits de la mauvaise gestion des déchets;
- La production de déchets solides au Quartier Mbuku est évaluée à 0,3 Kg/pers/jr dont 86% sont biodégradables;
- Il est possible d'organiser au niveau du Quartier Mbuku, une gestion intégrée des déchets ménagers solides, qui permettent de valoriser les déchets organiques, les déchets plastiques, les textiles et les verres;
- La fraction réellement considérée comme non valorisable et destinée à la décharge contrôlée représente environ 5 à 10 % de l'ensemble des déchets produits;
- Cette stratégie permettra à la ville de Kinshasa, d'assainir durablement la ville de Kinshasa;
- Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques physico-chimiques du compost obtenus sont conformes pour un compost mur et de bonne qualité;
- Les résultats obtenus sur la culture d'amarante ont relevé que le traitement T1 (Compost: 4 kg/m² = 40tonne/hectare) a été le plus performant par rapport au traitement T0. Ceci indique que l'application du compost à la dose de 4 kg /m² (4t/ha) a fourni un complément d'éléments minéraux aux plantules et a ainsi favorisé leur croissance. Ces résultats sont en accord avec ceux de [22] et ceux recommandés par la [13]

Ainsi donc, nous suggérons pour le Quartier Mbuku:

- Une sensibilisation et une conscientisation des ménagers par des structures intéressées à la collecte et la transformation des déchets;
- Une collecte séparée de déchets solides avec la participation des ONG/PME en vue d'organiser des Centres de compostage et des zones secondaires de tri des déchets inorganiques destinées à la valorisation;
- Une collecte de porte à porte et une gestion de proximité en capitalisant l'espace compris entre le home 30 et le Marché de Mbanza Lemba pour la création d'un Centre de compostage pour les déchets de Mbuku, de Mbanza Lemba et de l'UNIKIN;
- L'orientation des déchets plastiques vers la valorisation en pavés pour l'infrastructure routière de ce quartier qui peut changer de physionomie en deux ans;
- Les services de la ville auront ainsi la tâche d'évacuer la fraction non utilisable des déchets et les acheminer dans une décharge finale comme l'ex-CET de Mpasa

REFERENCES

- [1] AFNOR, 2001. Caractérisation des déchets: Dosage du carbone organique total (COT) dans les déchets, boues et sédiments; NF EN 13137, X 30-404.
- [2] AFNOR., 2005. Le compost: Dénominations, spécifications et marquages. Norme française NFU 44-051. Eds AFNOR. 16p.
- [3] AYASA K.D., 2017. Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides dans les quartiers de la ville de Kinshasa, cas du quartier Foire dans la commune de Lemba. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 60p.
- [4] BAGALWA M., KARUME K., MUSHAGALUSA N.G., NDEGEYI K., BIRALI M, ZIRIRANE N., MASHEKA Z. et BAYONGWA C., 2013. Risques potentiels des déchets domestiques sur la santé des populations en milieu rural: Cas d'Irhambi-Katana (Sud-Kivu, République Démocratique du Congo). *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 2 | septembre 2013, mis en ligne le 21 septembre 2013, consulté le 03 septembre 2014. URL: <http://vertigo.revues.org/14085>; DOI: 10.4000/vertigo.14085.
- [5] BERNARD A., 2022. Valorisation des déchets solides ménagers (DSM) en agriculture urbaine et péri-urbaine dans la ville de Jérémie (Haïti), TFE, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 68p.
- [6] BIEY E.M., 2019. Introduction à la biotechnologie environnementale. Note des cours des étudiants de deuxième licence environnement. Université de Kinshasa. 253p.
- [7] BIEY E.M., PWEMA K., MBEMBA, F.T., MINDELE U.L., MAFUTAMINGI, F., et KIYE N., 1999. Essai de collecte et traitement des déchets solides à l'Université de Kinshasa Congo R.D. in Mededelingen, Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, MFLBER 64 (1) 1-348, Belgium.
- [8] BIEY, M.E. (2001). Small-scale biotreatment of domestic refuse. Thesis doctor in applied biological sciences. Faculteit Landbouwkundje en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent.
- [9] BISIMWA K.D, KABALE A, JUNG C.G. 2013. Essai de compostage comme voie de Valorisation des déchets ménagers solides dans le ville de Bukavu au sud-kivu. *Déchets Sciences et Techniques*, 85: 31-38. DOI: <http://odel.irevues.inist.fr/dechetsciences-techniques/>.
- [10] CASTALDI P., GARAU G., MELIS P., 2008. Maturity of compost from municipal solid waste through the study enzyme activities and water-soluble fractions. *Waste Manage.*, 28: 534-540.
- [11] CITERESTE, L., 2008. Les déchets ménagers solides de la ville de BUJUMBURA (BURUNDI): Quelles perspectives pour une gestion durable ? Mémoire de Master en Sciences et Gestion de l'environnement, Université libre de Bruxelles, Institut de Gestion de l'Environnement et l'Aménagement de Territoire (IGEAT). 78p.
- [12] DALZEL A.W., BIDDLESTONE, A.J., GRAY K.R., THYRAIJAN K., 1988. Aménagement du sol: production et usages du compost en milieu tropical et subtropical. Bulletin pédologique, F.A.O, Rome, N°59.
- [13] F.A.O., 2005. Méthodes de compostages au niveau des exploitations agricoles. ROME. 48p
- [14] GROITTOIR C et MARCHOUT, T., 1992. Enquête par prioritaires DSA un instrument permettant une rapidité identification et un suivi des groupes des populations cibles, Washington DC. 189p.
- [15] <https://www.7sur7.cd/2019/10/17/rdc-kinshasa-produit-3-millions-de-tonnes-des-dechets-par-soit-plus-de-8-mille-tjr> Consulté le 12 décembre 2019 à 15h30'.
- [16] KAUDU L.J. et KILEWA R.K, 2021. Evaluation du système de gestion des déchets ménagers solides (DMS) dans la commune de KASUKU, ville de Kindu, en RDC. *Revue Congo Research Papers*, Vol 02. N°1. Page 4-19 | 12/2021 | Dépôt légal: SP 3.02109-57418 | *ISNI*: 0000000507115318
- [17] KIDIAMBUTA M.A, BIEY M., MUSIBONO E.D, NSIMANDA I. C. et INGONDA B.S. 2022. Système de Gestion de déchets ménagers solides dans la commune de Masina à Kinshasa, RD Congo: Etat des Lieux et Perspectives International Journal of Innovation and Scientific Research. ISSN 2351-8014, Vol. 64, N°. 1, pp. 1-8.
- [18] KOLODZI K., 2011. Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Techniques, Université de Limoges. 224p.
- [19] KUNGANA K.M., 2013. Evaluation de la qualité de compost issus des déchets urbains solides. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 54p.
- [20] LIASSA M.S., 2018. Gestion et voies de valorisation des déchets solides au marché Mfidi dans la commune de Makala (Kinshasa). Mémoire de licence /Département des Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN.
- [21] LUBOMA M.P., 2007. Compost des déchets solides ménagères à petite échelle et caractéristique des compost Mémoire de licence /Département des chimie / Faculté de Sciences / UNIKIN. pp. 30-33.
- [22] MEMENTO DE L'AGRONOME, 2009. Troisième Edition, éditeur QUAE p694-1578 p.
- [23] MIKOMO K.D., 2014. Co-compostage des déchets ménagers organiques et Boues de vidanges dans une colonne de lixiviation. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 56p.

- [24] MINDELE L.U., 1997. Le compostage des déchets organiques sélectionnés: Détermination des caractéristiques physico-chimique et évolution du procédé. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. pp.59-73.
- [25] MINDELE L.U., 2016. Caractérisation et tests de traitement des déchets ménagers et boues de vidange par voie anaérobie et compostage pour la ville de Kinshasa. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Gestion de l'Environnement, Unité Assainissement et Environnement. Université de Liège.313p.
- [26] MUAMBA M.V., 2017. Essai de Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides dans les quartiers de la ville de Kinshasa: cas du quartier Mbanza-Lemba dans la Commune de Lemba. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 52p.
- [27] MULAJI, K.C., 2011. Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la Province de Kinshasa (RDC). Thèse de doctorat, Université de Liège/Campus de Gembloux, Belgique 220p.
- [28] MUSTIN, M., 1987. Le compost. Gestion de la matière organique. Paris, édition François Dupuis, 954 p.
- [29] NGAHANE E.L., MINDELE L.U., BIGUMANDONDERA P., NSAVYIMANA G., VASEL J.L. 2015. Analyse comparative des résultats de caractérisation d'ordures ménagères: Cas des Communes de Bembereke (Benin), Kinama (Burundi), Gombe et Kimbanseke (RDC), *Déchets Sciences et Techniques*, n°69, p.13-22.
- [30] NGORAN K.C., 1993. Gestion des déchets ménagers dans la ville d'Abidjan. Bulletin du CIEH, N° 94, 10p.
- [31] NKITUAHANGA, Y.A., 2010. Problématique de la gestion des ordures ménagères dans la ville de Kinshasa. Cas de la commune de Masina. Mémoire de licence / Département de gestion des ressources naturelles / Faculté de Sciences agronomique / UNIKIN. 67p.
- [32] NKULA NSINDU.G, KONGOLO TSHISUAKA.B & KUDIAKUBANZA KATEMBO.A (2023). « Impact des déchets ménagers sur l'environnement et la santé dans la périphérie de Kinshasa, RDC », *African Scientific Journal* « Volume 03, Numéro 16 » pp: 148 – 172.
- [33] NORME DE QUALITE DE COMPOST DE L'ONTARIO; 2012. Ministère de l'environnement de l'Ontario (MEO). www.ontario.ca/environnement.50p
- [34] OKOT-OKUMU, J. and R. NYENJE, 2011, Municipal solid waste management under decentralization in Uganda. *Habitat International*, 35, 537 - 543.
- [35] PNA, 2004. Mécanismes de collaboration et de partenariat en matière de salubrité du milieu entre le Ministère en charge de l'Environnement (par biais du Programme National d'Assainissement « PNA » et les provinces).
- [36] SANJA R., et al. 1998. Starting expérience with separate collection of browaste in the city zaagheb. *Time-ISWA*. pp 4, 7-9.
- [37] SOMBO BAE LONGANDI A. 2021. Gestion des déchets ménagers et ses conséquences socio-économico-sanitaires: Cas de la ville de Kisangani en République Démocratique du Congo. *IJRDO - Journal of Business management*, ISSN: 2455-6661, Vol.7, Issue-10, pp. 62-75.
- [38] SULLY T.N, 2015. Essai de Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides à l'université de Kinshasa, cas de la Faculté de Médecine. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 42p.
- [39] TOUNDOU O., 2016. Evaluation des caractéristiques chimique et agronomique de cinq compost de déchets et étude de leur effets sur les propriétés chimique du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zea mays L. Var. Ikenne*) et de la tomate (*Lycopersicum esculentum L.Var. Tropimech*) sous deux régimes hydriques au Togo. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Techniques, Université de Limoges.214p.
- [40] TSHALA U.J., KITABALA M.A., TUNDA M.J., MUFIND K.M., KALENDA M.A., KAPELE K.G., NYEMBO K.L 2017. Vers une valorisation des déchets ménagers en agriculture (péri) urbaine à Kolwezi: caractérisation et influence de la saisonnalité. *Journal of Applied Biosciences* 112: 11072-11079. ISSN 1997-5902.
- [41] YOUCAI Z., LIJIE S. ET GUOJIAN L., 2002. Chemical stabilization of MSW incinerator fly ashes; *Journal of Hazardous Materials B*.95, p.47–63.
- [42] ONU HABITAT, 2023. Bulletin d'information #18, Aout 2023, financement durable de la GDSM. Email: unhabitat-info@un.org. WasteWiseCities@un.org.13p.

Étude de valorisation des sols du chantier d'exploitation de diamants de Bakwanga colline, zone 4 de la Miba, selon leur utilisation dans les ouvrages de génie

[Study of the valorization of soils from the Bakwanga diamond mining site, zone 4 of Miba, according to their use in engineering works]

Joseph Kazadi Mutombo¹ and Jean Shimatu Mbuyi²

¹IBTP Mbuji-Mayi, RD Congo

²Université de Mbuji-Mayi, RD Congo

Copyright © 2024 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 objective of this work was to valorize the waste rock from the Bakwanga Colline Zone 4 mining site of the MIBA with pockets and layers of gravel containing more than 10 carats of diamonds per cubic meter, but abandoned because of the large volume of waste rock to excavate and move. To recover this waste rock, it is important to identify them and classify them in a category of construction materials. Soil identification and classification work based on the USCS, AASHTO, LCPC systems and many other classification standards (XPP 94-011) incates that these are SP sands or poorly graded sands or still group A-3 sands, non-plastic, non-organic, non-marly and compact. These soil classification systems indicate that the soils studied are among the soil classes with the best behavior as road infrastructure materials. They are also used in civil engineering works such as compacted earth dams in the shoulders and in the foundations. Studies made on the same types of soils in certain corners of the city of Mbuji-Mayi indicate that these soils can also be used for the manufacture of baked bricks or stabilized bricks.

KEYWORDS: identification, standard, classification and valorization.

RESUME: Ce travail avait pour objectif, la valorisation des stériles du chantier d'exploitation de Bakwanga Colline Zone 4 de la MIBA ayant des poches et couches de gravier titrant plus de 10 carats de diamants au mètre cube, mais abandonnés à cause du volume important en stérile à excaver et à déplacer. Pour valoriser ces stériles, il est important de les identifier et de les classer dans une catégorie des matériaux de construction. Les travaux d'identification et de classification des sols basés sur les systèmes USCS, AASHTO, LCPC et bien d'autres normes (XP P 94-011) de classification indiquent qu'il s'agit des sables SP ou des sables mal gradués ou encore des sables du groupe A-3, non plastique, non organique, non marneux et compact. Ces systèmes de classification des sols indiquent que les sols étudiés font partis des classes de sols ayant le meilleur comportement comme matériaux d'infrastructure routière. Ils sont aussi utilisés dans les ouvrages de génie civil tels que les barrages en terre compactée dans les épaulements et dans les fondations. Les études faites sur les mêmes types des sols dans certains recoins de la ville de Mbuji-Mayi indiquent que ces sols peuvent également être utilisés pour la fabrication des briques cuites ou briques stabilisées.

MOTS-CLEFS: identification, norme, classification, sol SP et valorisation.

1 INTRODUCTION

La valorisation des rejets miniers est un sujet d'actualité à nos jours en raison de leur impact environnemental et de leur coût de gestion élevé. La Société Minière de Bakwanga est l'une de plus grandes sociétés d'exploitation de diamants à ciel ouvert, en République

Démocratique du Congo. La production de diamants génère une quantité importante de stériles qui sont considérés comme des déchets, et sont souvent abandonnés sur les sites miniers. Cependant, ces stériles peuvent avoir une valeur économique considérable s'ils sont évalués et utilisés comme matériaux de construction.

Le chantier d'exploitation de diamants de Bakwanga colline Zone 4 de la MIBA contient des poches et couches géologiques titrant plus de 10 carats au m³. Ces carats sont abandonnés par-ci par-là à cause des volumes importants en stériles qu'il faille dégager avant d'extraire le gravier. La découverte de ce gravier peut entraîner de dépenses importantes, qui vont par la suite, soit réduire le profit de la société ou impacter négativement sur la rentabilité du projet d'exploitation.

Pour valoriser les stériles ou sols du Chantier de Bakwanga Colline Zone 4, nous devons déterminer leurs propriétés physico-mécaniques. La connaissance de ces propriétés nous permettra de déterminer les secteurs d'utilisation en tant que matériaux de construction.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est dans le polygone minier de la MIBA. Le siège de la MIBA se trouve dans la ville de Mbuji-Mayi, au centre de la RDC, Chef-lieu de la province du Kasai-Oriental. Les coordonnées géographiques de la zone d'étude sont :

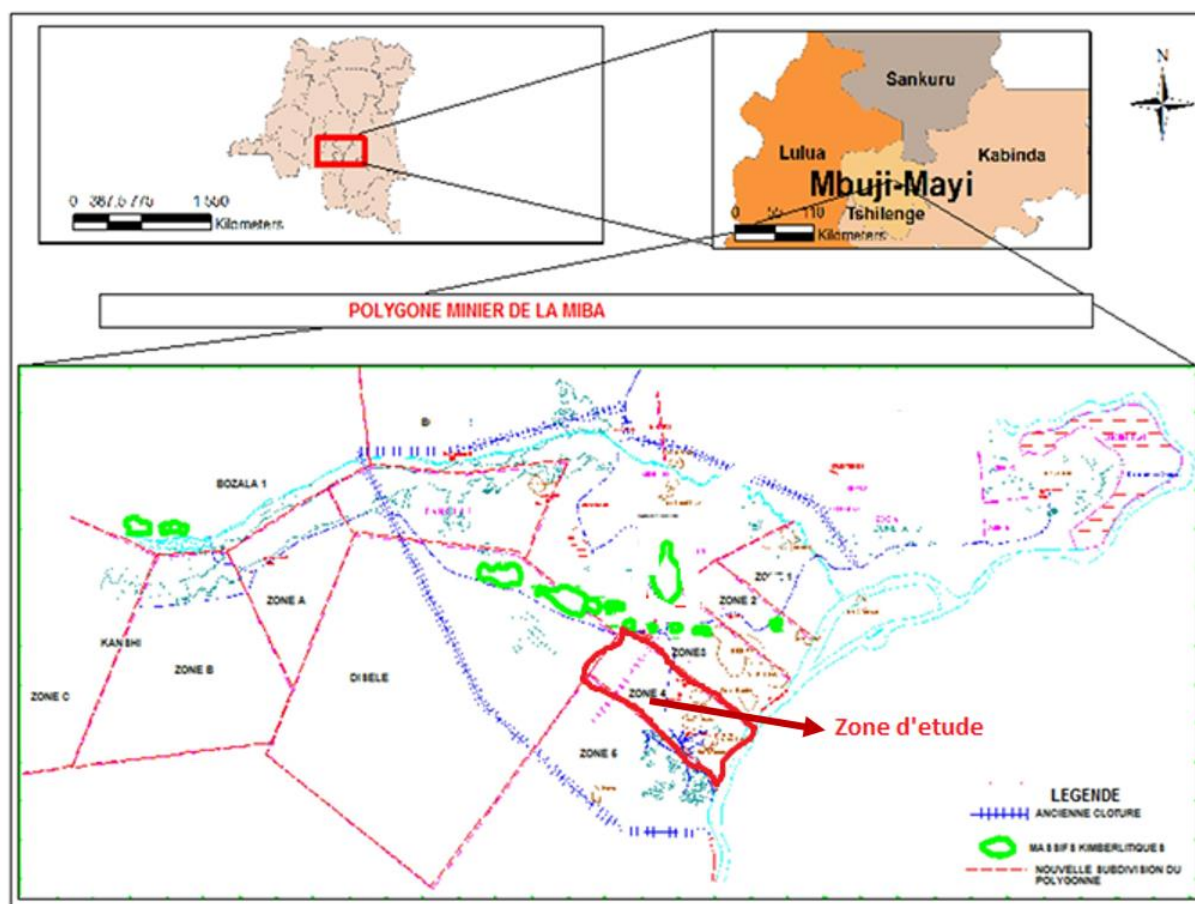


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude (Cartographie MIBA)

Les graviers exploités dans cette zone sont des roches sédimentaires. Leurs encaissants sont le calcaire, les grès et les sables, selon la Division de la Géologie MIBA.

2.2 MATERIELS ET METHODES D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Les méthodes utilisées dans ce travail sont analytiques et expérimentales. La démarche pour aboutir aux résultats attendus suit le schéma suivant :

- Echantillonnage des sols du site d'étude ;
- Identification et classification ;
- Valorisation des sols selon leur utilisation dans les ouvrages de génie civil en s'appuyant sur la norme Unifiée et la norme AASHTO.

Les matériels utilisés sont ceux du Laboratoire Géotechnique et Matériaux de Construction de l'Université de Mbujimayi (LaGeMac). Le tableau suivant reprend les essais réalisés conformément aux normes en vigueur.

Tableau 1. Les essais réalisés conformément aux normes en vigueur

N°	Essai effectué ou paramètre déterminé	Norme
1	Détermination de paramètres de définition du sol	Méthodes classiques
2	Détermination de la teneur en naturelle	INEP 94-050
3	Essai granulométrique	NF-P18-560
4	Détermination des limites d'Atterberg	NF P 94-051
5	Détermination teneur en carbonate	XP P 94-011
6	Détermination de la teneur en matières organiques	XP P 94-011
7	Essai Proctor	NEP 94-093
8	Classification des sols	- XP P 94-011 - Terzaghi et Peck - Classification unifiée (USCS) - Classification AASHTO - Classification LCPC

2.2.1 LES PARAMETRES DE DEFINITION DES SOLS

Tableau 2. Relation entre les paramètres de définition des sols

Paramètre de nature	Formule	Paramètre d'état	Formule
Masse volumique des grains solides	$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$	Masse volumique totale ou humide	$\rho = \frac{M}{V}$
Masse volumique de l'eau	$\rho_w = \frac{M_w}{V_w}$	Masse volumique du sol sec	$\rho_d = \frac{M_s}{V}$
Masse volumique déjaugé	$\rho' = \rho_{sat} - \rho_w$	La teneur en eau	$\omega\% = \frac{M_w}{M_s} \times 100$
Poids volumique du sol saturé	$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + e \times \gamma_w}{e + 1}$	Teneur en eau du sol saturé	$\omega_{sat} = \frac{n \times \gamma_w}{\gamma_d}$
Masse volumique du sol saturé	$\rho_s = \frac{M_{sat}}{V}$	L'indice des vides	$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1$
La gravité spécifique ou densité relative du solide	$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$	Le degré de saturation	$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{\omega \times \rho_s}{e \times \rho_w}$
		La porosité	$n = \frac{V_v}{V} = \frac{e}{e + 1}$
		Compacité	$C = 1 - n$

Avec γ_i : Poids volumique de sol saturé ou des grains ou du sol sec.

V_a : Volume de l'air

V_w : Volume de l'eau

V_s : Volume des grains solides

$V_v = V_a + V_w$: volume des vides

$V = V_V + V_S$: volume total

$M_\omega = P_\omega$: Masse de l'eau

$P_S = M_S$: Masse des grains solides

$M = P = M_\omega + M_S$: Masse totale

3 RESULTATS ET INTERPRETATION

3.1 CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE

Trente échantillons remaniés et 6 intacts ont été prélevés au chantier Bakwanga Colline Zone 4 à une profondeur variant entre 5 et 10 m, pour une superficie estimée à 120x150m³. Ces échantillons ont été réduits à 6 dont 5 remaniés et 1 intact au cours d'une identification visuelle des sols.

3.2 LES VALEURS MOYENNES DES PARAMETRES DE DEFINITION DU SOL

Tableau 3. Calcul de la teneur en eau naturelle

Echantillon	Masse tare(g) M_T	M_T +sol humide(g)	M_T +sol sec(g)	M_d (g)	M_ω (g)	w(%)
1	24,1322	40,131	39,5055	15,3733	0,6255	4,07
2	25,3174	45,2282	44,1364	18,819	1,0918	5,8
3	50,1954	70,9924	69,9268	19,7314	1,0656	5,4
4	55,5622	74,0518	73,0384	17,4762	1,0134	5,8
5	51,351	70,3423	69,6052	18,2542	0,7371	4,04

La teneur en eau naturelle moyenne est de 5,02%. Elle est faible par le fait que la période d'échantillonnage des sols est intervenue en saison sèche.

Tableau 4. Calcul de la masse spécifique moyenne des grains solides

Echantillon	Masse pycno M_p	M_p +sol	M_p +eau	M_p +sol+eau	ρ_s (kg/m ³)
1	63,6869	88,7491	175,0345	190,6742	2659,82
2	63,6869	88,7758	175,0345	190,5025	2607,75
3	63,6869	88,712	175,0345	190,7411	2685,53
4	63,6869	88,7472	175,0345	190,737	2678,01
5	63,6869	88,7395	175,0345	190,7427	2681,03

La masse spécifique moyenne des grains solides est $\rho_s = 2662,43 \text{ kg/m}^3$
et on en déduit que $\gamma_s = 26,12 \text{ kN/m}^3$.

La masse spécifique moyenne de ces sols est comprise dans marge normale, allant de 2650 kg/m³ à 2750 kg/m³.

Tableau 5. Calcul de ρ , ρ_d et autres paramètres

Echantillon	Masse sol sec (kg)	w (%)	Volume (m ³)	ρ_d (kg/m ³)	ρ (kg/m ³)
1	0,255	4,07	$0,143.10^{-3}$	1781,97	1854,50
2	0,271	5,8	$0,143.10^{-3}$	1893,78	2003,62
3	0,267	5,4	$0,143.10^{-3}$	1865,83	1966,58
4	0,281	5,8	$0,143.10^{-3}$	1963,66	2077,55
5	0,283	4,04	$0,143.10^{-3}$	1977,64	2057,54

La masse volumique totale moyenne est de $\rho = 1991,96 \text{ kg/m}^3$ ($\gamma = 19,54 \text{ kN/m}^3$) et la masse volumique sec moyenne est $\rho_d = 1896,58 \text{ kg/m}^3$ ($\gamma_d = 18,61 \text{ kN/m}^3$).

On sait que le poids volumique du sable prend de valeur allant de 17 à 20 kN/m³ (et $\gamma_d \approx 14$ à 18 kN/m³) et le sol argileux de 16 à 22 kN/m³ (et $\gamma_d \approx 10$ à 20 kN/m³) []. Ainsi, le sol de la zone d'étude peut être considéré comme un sol sableux.

Nous pouvons en déduire :

Tableau 6. Résultats de calcul de S_r , ω_{sat} et γ_{sat}

Paramètre	e	n	C	S_r	G_s	ω_{sat}	γ_{sat}
Résultat	40%	29%	71%	33%	2,7	15,3%	21,45 kN/m ³

On sait que le poids volumique du sable saturé ou de l'argile saturée prend de valeur allant de 19 à 22 kN/m³. Ainsi, le sol de la zone d'étude peut être considéré comme un sol sableux, sans faire de confusion avec un sol argileux, étant donné que les résultats précédents (γ , γ_s) témoignent en faveur d'un sol argileux.

Tableau 7. Classification des sols selon Terzaghi et Peck

Sable à granulométrie étalée	n (%)	ω_{sat}	γ_d/γ_ω	$\gamma_{sat}/\gamma_\omega$
Peu compact	40	25	1,6	2
Compact	30	16	1,9	2,2
Sol de la zone d'étude	29	15,3	1,9	2,2

Au regard des résultats du tableau 7, le sol de la zone d'étude peut être considéré comme un sable à granulométrie étalée compact.

3.3 ANALYSE GRANULOMÉTRIE DES SOLS

Nous rappelons que l'analyse granulométrique s'est effectuée au laboratoire suivant la norme française NF-P18-560.

Cinq échantillons ont été soumis à l'analyse granulométrique. Les résultats des analyses granulométriques sont présentés dans sur le tableau 8 et sur la figure 2.

Tableau 8. Analyse granulométrique du Premier échantillon des sols

Dimension tamis en mm	Refus	Refus cumulés	Refus cumulés en %	% Passant
4,75	0	0	0	100
2,36	0,6856	0,6856	0,14	99,86
1,18	0,7206	1,4062	0,28	99,72
0,6	4,0352	5,4414	1,09	98,91
0,3	182,6	188,0414	38,68	62,27
0,15	243,6	431,6414	86,61	13,39
0,075	60,0319	491,6733	98,65	1,35
0,073	5,4405	497,1138	99,75	0,25
Passant 0,073	1,2633	498,3771	100	0

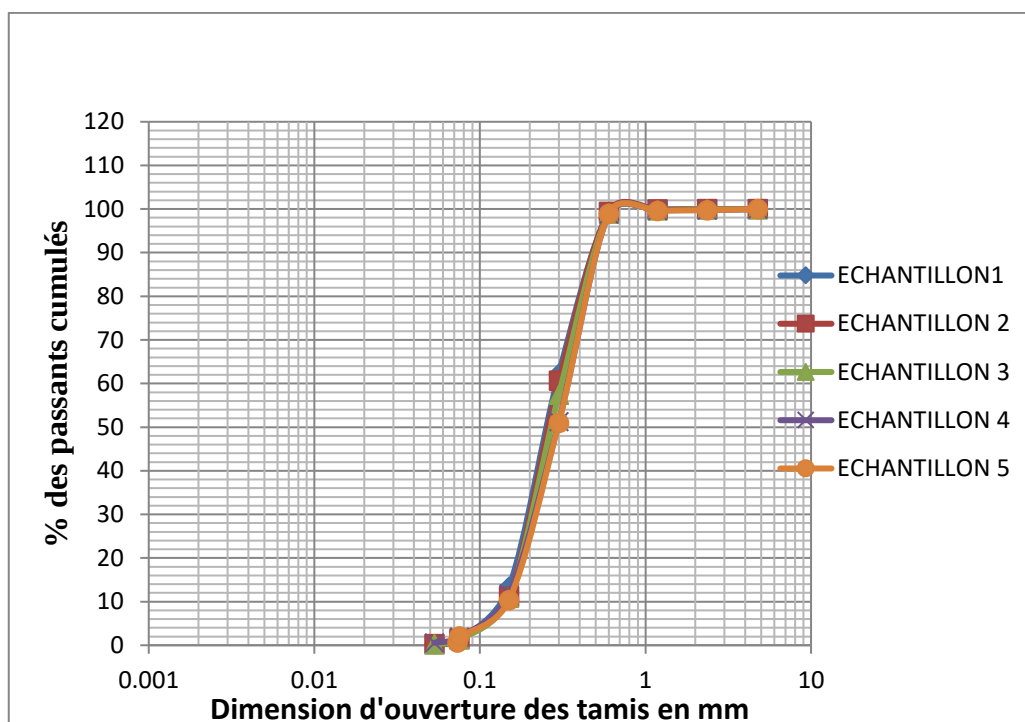


Fig. 2. Courbe des analyses granulométriques

Tous les sols analysés présentent des courbes de même forme correspondant aux sables fins et grossiers.

En lisant la courbe granulométrique, on a :

- D_{10} = le diamètre pour 10% des passants = 0,18mm ;
- D_{60} = le diamètre pour 60% des passants = 0,33mm;
- D_{30} = le diamètre pour 30% des passants = 0,2mm;
- D_{50} = le diamètre moyen pour 50% des passants = 0,3mm.

Puis, on a :

- Le coefficient de courbure $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}} = 0,8$
- Le coefficient d'uniformité $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1,83$

$C_u = 1,83 < 2$, la granulométrie est dite **serrée**. [4]

$C_c = 0,8 < 1$, la granulométrie est dite granulométrie "**mal graduée**". [4]

3.4 LA DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

Tableau 9. Calcul des limites de liquidité pour 25 coups

Tare	Masse tare ou M_T	M_T +sol humide	M_T +sol sec	M_d	M_ω	ω_L
1	31,8446	43,4207	41,3962	9,5516	2,0245	20,2
2	42,1362	52,9118	51,0559	8,9197	1,8556	20,81
3	64,5917	76,5864	74,5607	9,969	2,0257	20,32
4	56,9006	70,5995	68,2863	11,3857	2,3132	20,32
5	43,2349	55,1263	53,1181	9,8832	2,0082	20,32

La limite de liquidité moyenne est : $\omega_L = 20,39$ %. Cette valeur est comprise entre 20 et 25% ; c'est un intervalle des valeurs acceptables en technique routière [1].

Tableau 10.

Calcul de la valeur moyenne de la limite de plasticité

Tare	M_T	M_T +sol humide	M_T +sol sec	M_d	M_ω	ω_p
1	42,9589	48,6163	47,8604	4,9015	0,5785	11,8
2	43,2839	49,1451	48,3628	5,0789	0,7823	15,4
3	58,5988	61,5954	61,1892	2,5904	0,4062	15,68
4	66,9241	70,6515	70,149	3,2249	0,5025	15,58
5	42,2121	48,1263	47,3992	5,1871	0,7271	14,02

La limite de plasticité moyenne est $\omega_p = 14,50 \%$

Les limites de liquidité et de plasticité permettent de déterminer la limite de retrait ainsi que quelques indices :

- Limite de retrait : $\omega_s = 5.4 - 0.27W_l + W_p = 5,49 \%$
- Indice de plasticité : $I_p = \omega_l - \omega_p = 5,89\%$
- Indice de consistance : $I_c = \frac{w_L - w}{I_p} = I_c = 2,61$
- Indice de liquidité $I_L = 1 - I_c = -1,61$

Selon la norme XP P 94-011, les valeurs de $I_p \leq 12$, $I_c > 1$ et $I_L \leq 0$ permettent de qualifier le sol de la zone d'étude comme un sol non plastique et de consistance très dure.

3.5 TENEUR EN CaCO_3 T_c ET EN MATIERES ORGANIQUES MO

La teneur moyenne en CaCO_3 est de 1,9951 % ou 2%, valeur comprise 0 à 10%.

La teneur moyenne en matières organiques MO du sol de Bakwanga central zone 4 est de 0,9975% ou 1% et inférieure à 3%.

Selon la norme XP P 94-011, le sol de la zone d'étude est qualifié de non marneux et de non organique.

3.6 DÉTERMINATION DE L'OPTIMUM PROCTOR

ECHANTILLON 1

Tableau 11.

Recherche de teneur en eau optimale

Masse Tare(g) ou M_T	M_T + sol humide(g)	M_T +sol sec(g)	ρ_d (g)	M_ω (g)	W(%)
101,6246	126,8424	123,7804	22,1558	3,0620	13,82
105,5712	124,4282	122,4936	16,9224	1,9346	11,43
82,5164	106,2785	104,2488	21,7324	2,0297	9,34
25,3119	36,3629	35,6151	10,3032	0,7478	7,26
25,9474	34,1539	33,6734	7,726	0,4805	6,22

Tableau 12.

Masse volumique du sol sec en fonction de la teneur en eau

M_m	M_m + sol humide tassé (kg)	Masse sol tassé(g)	Volume	ρ	W(%)	ρ_s
3,367	5,359	1,992	0,000937	2125,93	13,82	1867,80
3,367	5,456	2,089	0,000937	2229,46	11,43	2000,77
3,367	5,481	2,114	0,000937	2256,14	9,34	2063,41
3,367	5,346	1,979	0,000937	2112,06	7,26	1969,10
3,367	5,237	1,87	0,000937	1995,73	6,22	1878,87

Avec M_m , la masse du moule en kilogramme

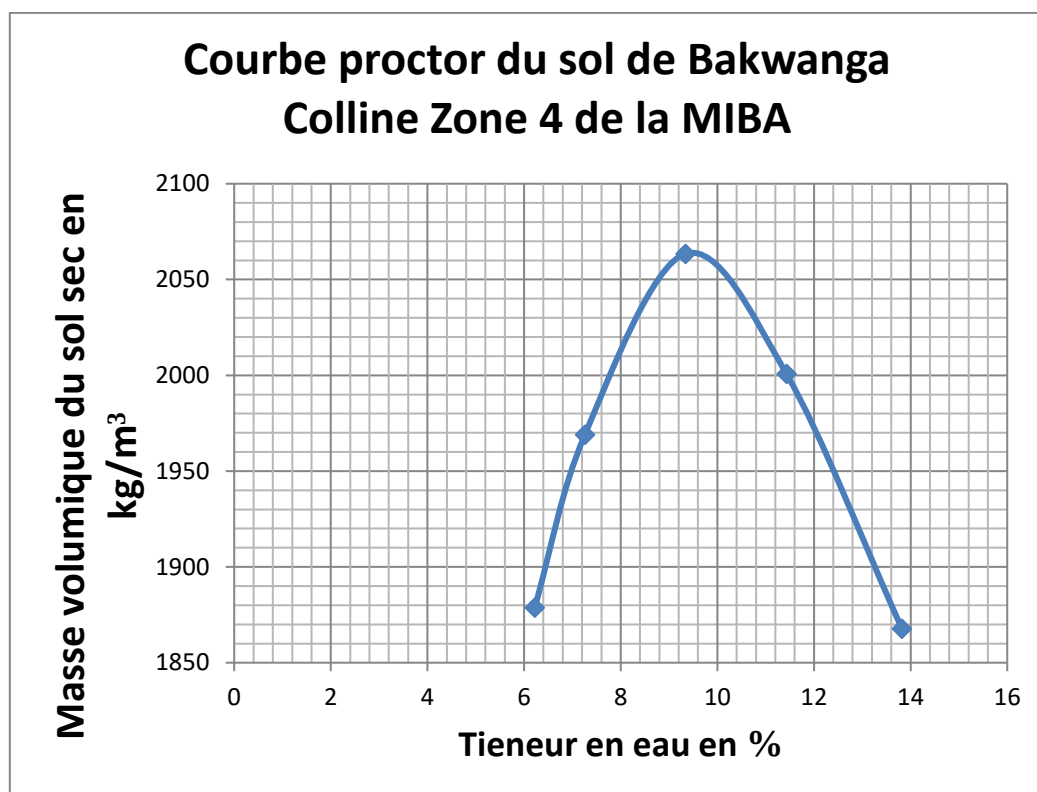


Fig. 3. Courbe de l'optimum Proctor.

L'optimum Proctor (w_{opt}, ρ_d) du sol du chantier de Bakwanga central est :

$$\rho_d = 2063,41 \text{ kg/m}^3 \text{ et } w_{opt} = 9,34\%$$

La procédure reste la même pour les quatre autres échantillons. Les résultats sont :

- Echantillon 2 : $\rho_{dmax} = 2060 \text{ kg/m}^3$ et $w_{opt} = 10\%$
- Echantillon 3 : $\rho_{dmax} = 2063,17 \text{ kg/m}^3$ et $w_{opt} = 9,87\%$
- Echantillon 4 : $\rho_d = 2044,72 \text{ kg/m}^3$ et $w_{opt} = 9,87\%$
- Echantillon 5 : $\rho_d = 2058,98 \text{ kg/m}^3$ et $w_{opt} = 9,99\%$

Les moyennes de ces 5 échantillons sont : $\rho_d = 2058,10 \text{ kg/m}^3$ et $w_{opt} = 9,81\%$.

Les résultats des essais Proctor sont équivalents à $2,058 \text{ g/cm}^3$ pour la masse volumique sèche des sols étudiés et $9,81\%$ comme teneur en eau à l'optimum Proctor. Ces résultats sont compris dans les intervalles des valeurs fixées par NAVFAC Manuel (1982) et la U.S.Army Waterways Experiment, pour le sol SP, soit ρ_{dmax} varie de $1,68$ à $2,16 \text{ g/cm}^3$ et w_{opt} de 8 à 17% . Il s'agit des conditions de compactage du sol étudié pour un chantier de remblai routier.

3.7 SYNTHÈSE DES RESULTATS D'ANALYSE DES SOLS

Tableau 13. Paramètres de définition et de classification des sols du Chantier Bakwanga Colline Zone 4

N°	Paramètre	Valeur
1	Teneur en eau naturelle	5,02%
2	La masse spécifique moyenne des grains solides est ρ_s	2662,43kg/m ³
3	La masse volumique totale moyenne est de ρ	1991,96kg/m ³
4	La masse volumique sèche moyenne ρ_d	1896,56kg/m ³
5	Indice des vides e	0,4
6	Porosité n	0,29
7	Compacité C	0,71
8	Degré de saturation	0,33
9	Densité de grains solides	2,7
10	Teneur en eau du sol saturé ω_{sat}	15,3%
11	Poids volumique du sol saturé γ_{sat}	21,45kN/m ³
12	Coefficient de courbure C_c	0,8
13	Coefficient d'uniformité C_u	1,83
14	Limité de liquidité moyenne ω_L	20,39%
15	Limite de plasticité moyenne ω_p	14,50%
16	Limite de retrait ω_s	14,4%
17	Indice de plasticité I_p	5,89%
18	Indice de consistance I_c	2,61%
19	Indice de liquidité I_L	1,61%
20	Teneur en carbonate de calcium	2%
21	Teneur en matières organiques	1%
22	Masse volumique sèche à l'optimum Proctor ρ_{dmax}	2058,10 kg/m ³
23	Teneur en eau à l'optimum Proctor ω_{opt}	9,81%

3.8 ETUDE DE VALORISATION DU SOL D'ETUDE

Plusieurs systèmes de classification des sols existent à ce jour pour fournir des renseignements suffisamment fiables sur le comportement pouvant aider aux chercheurs à prendre des décisions rapides et efficaces, surtout dans les domaines de la construction routière, des infrastructures des pistes d'atterrissage, etc. Parmi ces systèmes de classification des sols validés internationalement, nous citons l'USCS (Unified Soil Classification System) ou classification unifiée, celle d'AASHTO (American Association for State Highway and Transportation Officials) utilisées aux USA et la classification LCPC.

D'après le système de classification des sols USCS et au vu des résultats obtenus sur l'analyse granulométrique, les sols étudiés sont qualifiés des sols SP ou des sols sableux mal gradués. Et selon le système AASHTO, ils sont qualifiés des sols A-3. Les sols A-3 font partis des groupes des sols A-1 et A-2 qui rassemblent les sols pulvérulents dont moins de 35% des particules passent le tamis de 75 μm qui est le cas des sols étudiés. La comparaison entre les systèmes AASHTO et USCS indiquent que les sols A-3 peuvent être confondus aux sols SP. La classification des sols faite à partir des USCS et AASHTO est confirmée par la classification LCPC.

La classification unifiée relative au modèle de comportement des sols selon leur utilisation indique que les sols étudiés étant les sols SP, leurs propriétés à l'état naturel, de compacité et saturé sont :

- Drainage excellent,
- Gélivité nulle à très faible,
- Compressibilité et gonflement presque nuls,
- Comportement comme infrastructure non soumise au gel passable à bon,
- Perméable
- Bonne résistance au cisaillement,
- Très faible compressibilité
- Facilité de mise en œuvre et de compactage moyenne.

Cette même classification indique que ces sols peuvent être utilisés dans les ouvrages de génie civil tels que les barrages en terre compactée dans les épaulements, dans les fondations et dans les travaux routiers en cas de remblai sans soulèvement dû au gel et remblai avec possibilité de soulèvement.

Le système de classification AASHTO – procédure d'identification confirme également que les sols SP ou les sols étudiés font partis des classes de sols ayant le meilleur comportement comme matériaux d'infrastructure routière.

Les sols étudiés sont déjà identifiés dans certains espaces de la ville de Mbuji-Mayi et utilisés pour la fabrication des briques stabilisées ou des briques cuites. Le dosage en matériaux pour les briques stabilisées de bonne qualité varie entre 6 à 12% de ciment et 88 à 94% de sable SP.

4 CONCLUSION

Ce travail avait pour objectif, la valorisation des stériles du chantier d'exploitation de Bakwanga Colline Zone 4 de la MIBA ayant des poches et couches de gravier titrant plus de 10 carats de diamants au mètre cube, mais abandonnés à cause du volume important en stérile à excaver et à déplacer. Pour valoriser ces stériles, il est important de les identifier et de les classer dans une catégorie des matériaux de construction. Les travaux d'identification et de classification des stériles ou sols indiquent que ces stériles sont des sables SP ou les sables mal gradués, non plastique, non organique, non marneux et compact.

Selon les systèmes de classification des sols USCS et AASHTO, ces stériles font partis des classes de sols ayant le meilleur comportement comme matériaux d'infrastructure routière. Ils sont aussi utilisés dans les ouvrages de génie civil tels que les barrages en terre compactée dans les épaulements et dans les fondations.

La Société Minière de Bakwanga peut donc songer à la valorisation de ces stériles en définissant les méthodes d'exploitation pour leur extraction et à la mise en place d'un ensemble d'appareillage pour la production des briques cuites ou stabilisées. Elle peut également s'inscrire sur la liste des sociétés de construction afin de bâtir les routes et autres ouvrages de génie civil en utilisant ses propres sols comme matériaux de construction.

REFERENCES

- [1] Y. ATLAN, mars 1978. Catalogue des essais géotechniques exécutés au Laboratoire Géotechnique d'Orléans.
- [2] V. Robitaille et D. Tremblay, 1997. *Mécanique des sols: théorie et pratique*, Bibliothèque nationale du Canada.
- [3] Khaled MEFTAH et Mohamed BEN ALI. Cours et exercices de géotechnique 1 selon Eurocodes7.
- [4] Luc Sibille, Avril 2018. Bases de la Géotechnique Module MXG4 IUT Génie Civil et Construction Durable, Université de Grenoble Alpes.
- [5] E. Tshimanga et M.Nkashama, 2016. Amélioration de la capacité portante d'un remblai: cas de la carrière du polygone minier de la MIBA à Mbuji-Mayi (R.D.Congo), Université de Mbuji-Mayi.
- [6] Shimatu J.M, 2012. Thèse de doctorat; caractérisation et mise en œuvre des sols argileux destinés aux matériaux cuits, «Cas de la province du Kasai-Oriental», Université de Mbuji-Mayi.
- [7] L.Glosset et F.Wojtkowiak, (Février 1993). *Géotechnique appliquée à la sécurité des exploitations à ciel en terrains alluvionnaires*, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement d'Alsace.

