



VALORISATION DES DECHETS PLASTIQUES DANS LA PRODUCTION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION: CAS DES PAVES DANS LA VILLE DE GAROUA (NORD-CAMEROUN)

VALORIZATION OF THE PLASTIC WASTES IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS: PAVING CASES IN THE GAROUA CITY (NORTH-CAMEROON)

| Daïrou Saïfoullah ^{1,2*} | Alain Loabé Pahimi ^{1,2} | Arafat Gové ² | and | Jacques Djida Housseini ² |

¹. Ecole Normale Supérieure Polytechnique de Maroua (ENSPM) | B.P. 46 Maroua | Cameroun |

². Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) | BP 415 Garoua | Cameroun |

| Received April 28, 2020 |

| Accepted May 30, 2020 |

| Published June 01, 2020 |

| ID Article | Daïrou-Ref.1-ajira280520 |

RESUME

Contexte : Les matières plastiques ont désormais envahi notre quotidien. Leur utilisation dans plusieurs secteurs de la vie socio-économique dans la ville de Garoua et ses environs devient de nos jours un « mal » nécessaire au regard des multiples usages. La mauvaise gestion des déchets générés, d'une part par les populations et d'autre part par les institutions conduisant à la prolifération des sachets plastiques d'emballage dans l'environnement. **Objectif :** Valorisation de ces déchets dans le processus de fabrication des pavés dans la ville de Garoua. **Méthode :** Pour la fabrication des pavés, les déchets plastiques fondus sont additionnés au sable, et le mélange est malaxé jusqu'à l'obtention d'une pâte moulée et séchée pendant trois jours. Ce procédé était utilisé en variant les ratios sable/plastique comme suit 50/50, 55/45, 58/42, 62/38. **Résultats :** Il en ressort que les pavés améliorés issus du ratio 50/50 sont de meilleure qualité. Une durée moyenne de $145,83 \pm 1$ minutes est nécessaire à leur fabrication. Les résultats des tests de qualité montrent que le taux d'absorption maximal est observé pour les pavés de l'essai 4 ($4,6 \pm 0,1\%$). Les pavés de l'essai 1 ont une résistance mécanique de $180,79 \pm 0,6$ Pa, supérieure à celle des pavés en béton. Un mètre carré de pavés en plastiques coûte 3200 FCFA. **Conclusion :** les pavés se trouvent être innovant ; résistants et rentable sur le plan économique pour les populations.

Mots clés : Gestion des déchets ; Plastiques ; Valorisation ; Pavés ; Protection de l'environnement.

ABSTRACT

Background: Plastics have now invaded our daily lives. Their use in several sectors of the socioeconomic life in the city of Garoua and its surroundings becomes nowadays a "bad" necessary for the multiple uses. The miss management of the waste generated, on the one hand by the populations and on the other hand by the institutions leading to the proliferation of plastic packaging bags in the environment. **Objectif:** We are committed to the recovery of this waste in the process of making pavers in the city of Garoua. **Methodology:** Manufacture of pavers, molten plastic waste is added to sand, and the mixture is kneaded until molded dough is obtained and dried for three days. This method was used by varying the sand / plastic ratios as follows 50/50, 55/45, 58/42, 62/38. **Results:** It shows that improved pavers from the ratio 50/50 are of better quality. An average duration of 145.83 ± 1 minute is required for their manufacture. The results of the quality tests show that the maximum absorption rate is observed for the pavers of the test 4 $6 \pm 0.1\%$. The pavers of Test 1 have a mechanical strength of 180.79 ± 0.6 Pa, higher than that of beton pavers. One square meter of pave out of plastics cost 3200 FCFA. **Conclusion:** the paving are innovating being resistant and profitable from the economic point of view for the populations.

Key words: Waste Management; Plastics; Valorization; Paving; Environmental protection

1. INTRODUCTION

Le Cameroun produit annuellement 600 000 tonnes de déchets dont 10 % (60 000 tonnes) sont des déchets plastiques d'après les statistiques du Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable, le Cameroun perd chaque année 200 000 ha de son couvert végétal et 30 % de son bétail meurt du fait de l'ingestion des déchets plastiques [1]. Les villes Camerounaises en générale et la ville de Garoua en particulier ne sont pas en marge de cette problématique des déchets en générale et des déchets plastiques en particulier. En effet l'utilisation des sachets d'emballage plastiques dans plusieurs domaines de la vie socio-économique dans la ville de Garoua et ses environs devient de nos jours un « mal » nécessaire vu la praticabilité de son utilisation. Ces emballages plastiques qui sont rejetés dans la nature font l'objet d'une « décoration » alarmante des arbres ils rendent les sols infertiles. De plus ils empêchent le drainage des eaux usées et pluviales dans les caniveaux existant, favorisant aussi la stagnation des eaux et la propagation de maladies hydriques (choléra, typhoïde) et du paludisme. Les villes africaines sont à la recherche d'un modèle de gestion des déchets conciliant à la fois la rareté des

ressources, les coûts prohibitifs des technologies, la nécessité d'une bonne planification, d'un contrôle et d'un foisonnement de nouveaux acteurs à la limite de l'informel, le respect des normes écologiques et environnementales [2]. Cependant, dans certains pays africains, un procédé intéressant est testé à l'instar de la fabrication des matériaux de construction à partir d'un mélange à chaud de sable et des déchets plastiques. A cet effet des essais à l'échelle artisanale se sont déroulés au Tchad ; au Niger et au Burkina Faso [3, 4]. Ce procédé innovant de fabrication des matériaux de construction en générale et des pavés en particulier qui concile à la fois assainissement de l'environnement, préservation des ressources naturel et essor économique que l'on peut qualifier de « économie verte » est répandue dans la partie méridionale du Cameroun et qui n'est pas encore le cas dans la partie septentrional du pays. En effet la valorisation des déchets plastique dans le processus de fabrication des pavés est une aubaine pour la création des richesses en milieu jeune dans le grand nord, malheureusement elle ne connaît pas encore un essor assez particulier du fait de la non maitrise du procédé et des nombreuses techniques de vulgarisation. L'objectif général de cette étude est de contribué au travers de la valorisation des déchets plastiques, présent dans la ville de Garoua à la fabrication des pavés.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel

Tout au long de cette étude un certain nombre de matériels sont utilisés à savoir :

- Matière première : Comme matière première tout au long de notre étude nous avons utilisé les déchets plastiques, le sable, et le bois de chauffe
- Matériel de production : Truelle ; moule métallique ; 1/4 de fût de récupération ; l'huile de vidange ; une balance ; boîte de lait vide ; un couteau de cuisine ; une pelle bêche ; un tamis, équipements de protections (gants ; chaussures fermées)
- Appareillage : Comme appareil tout au long de notre étude nous avons utilisé une presse hydraulique de type CBR.

2.2 Méthodes

2.2.1 Processus de fabrication : La valorisation des déchets plastiques pour la fabrication des pavés se fait en plusieurs phase suivant une méthodologie bien structurée. Le temps de fabrication est déterminé à l'aide d'un chronomètre. Les heures de début et fin d'expérience ainsi que les différentes phases de fabrications des pavés ont été notés. Le processus suit les étapes suivantes :

- **Préparation du mélange et dosage des matières premières :**

Collecte des déchets plastiques (bouteilles ; emballages), suivit d'une purification (vider les différents emballages plastiques de leur contenu et enlever les étiquettes ; déchiqueter et compacter les déchets plastiques; stocker dans un endroit propre et sec). Le sable de rivière est le seule type de sable utilisé, pour toutes nos expérimentations le sable est avant tout tamisé à l'aide d'un tamis de 5 mm de diamètre. Le sable est utilisé comme charge dans notre matériau. Son incorporation dans les déchets plastiques fondu améliore les propriétés diélectriques, la résistance à la chaleur, la dureté, la résistance à la compression et à l'humidité des objets moulés [5]. Le sable joue aussi le rôle de plastifiant afin d'améliorer la fluidité à chaud du mélange. Le dosage des matières premières a consisté à peser les différentes matières premières utilisées pour la fabrication des pavés. Lors de notre étude quatre formulations ont été faite en fonction du ratio sable/plastique.

- **Cuisson et malaxage :**

Nous avons fait un feu de chauffage sous le foyer avec du bois de chauffe coupé en morceau au-dessus du quel est posé un fut. On laisse chauffer le fût quelque minute (5 min environs), après quoi on introduit les déchets plastique trié à l'avance. On tourne progressivement à l'aide d'une pelle bêche à environ 10 tours/minute jusqu'à l'apparition d'une fumée blanchâtre [5]. Cette opération fournit une pâte fondante et homogène sans bulles. Après fusion total des plastiques on ajoute du sable puis on tourne progressivement le tout (mélange sable- plastique) à l'aide d'une pelle bêche jusqu'à ce que le mélange soit bien homogène.

- **Moulage et compactage :**

Lorsque la pâte devient homogène, on passe tout de suite au moulage à l'aide d'une pelle bêche. La pâte ainsi obtenue est versée dans des moules imbibe d'huile de vidange qui sont déposés sur une plaque métallique. Au contact des parois, la pâte prend la forme du moule et se solidifie. Cette opération doit se faire le plus rapide possible pour que la pâte ne se solidifie pas trop avant le compactage. Le compactage se fait à l'aide d'une truelle et le moule est vibré de temps en temps.

- **Refroidissement et démoulage :**

Les pavés formés dans les moules sont ensuite laissés refroidir à l'air libre après quelques minutes puis démoulés.

2.2.2 Evaluation de la qualité des pavés: Une fois nos pavés réalisés nous avons procédé à l'évaluation de la qualité de ce matériau de construction. L'évaluation de la qualité s'est opérée par les tests de résistance mécanique et le test d'absorption d'eau des pavés.

- **Test mécanique**

Pour les tests de la résistance à la compression, on a préparé des éprouvettes cylindriques de dimension 90 mm de diamètre et 110 mm de hauteur à partir du reste des échantillons chaud de pavés réalisés. Les éprouvettes ont subi les essais à l'écrasement sur la presse hydraulique de type CBR, disponible au LABOGENIE de Garoua. Le principe a consisté à positionner les éprouvettes entre les plateaux de la presse, puis soumettre progressivement une charge jusqu'à la rupture des éprouvettes par compression (écrasement sous charge axiale).

- **Test d'absorption**

Elle a consisté à peser la masse du pavé, suivi d'un trempage dans l'eau pendant une durée de 24h. On reprend ensuite la mesure de la masse du pavé après cette opération. Le taux d'absorption est déterminé par la formule suivante :

$$\beta = \frac{mh - ms}{mh} \times 100$$

Où mh = masse humide ; ms = masse sèche

2.2.3 Evaluation de la rentabilité économique des paves en plastique : Les coûts d'achat des matières premières, ont été estimés à partir des coûts opérés dans la ville de Garoua. L'estimation du prix de collecte d'un kilogramme des déchets plastiques est déduite à partir du prix qu'une société de production et de conditionnement d'eau en sachet plastique a mis sur pied. Pour ce qui du bois son prix est estimé sur la base de la quantité du bois utilisé pour la fabrication d'un pavé, le prix du kilogramme de sable est négocié auprès des vendeurs de sable à proximité de notre site de production. Nous nous sommes rendu au près des vendeurs des pavés en béton dans la ville de Garoua chez qui nous nous sommes renseigné sur le prix d'un mètre carré de pavé en béton. La rentabilité économique de nos pavés améliorés a été évaluée à la suite de la comparaison du coût du m² des pavés vendus dans la ville de Garoua et celui de nos pavés améliorés estimé sur la base des coûts des intrants.

3. RESULTATS

3.1 Etat des lieux

La figure 1 ci-dessous ressort l'état des lieux de la production des déchets plastiques dans la ville de Garoua. Il ressort de cette figure que le sachet d'eau de marque sahel représente 35% des déchets plastiques suivi des emballages plastiques (leidaa), puis les bouteilles de jus avec 25% de la quantité totale des déchets plastique produit dans la ville de Garoua.

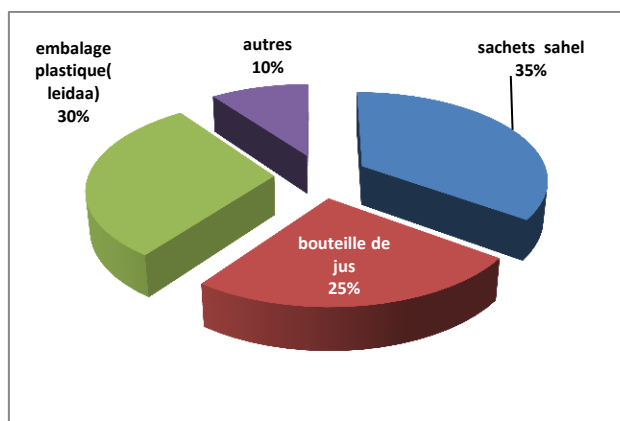


Figure 1 : proportion des différents types des déchets plastiques.

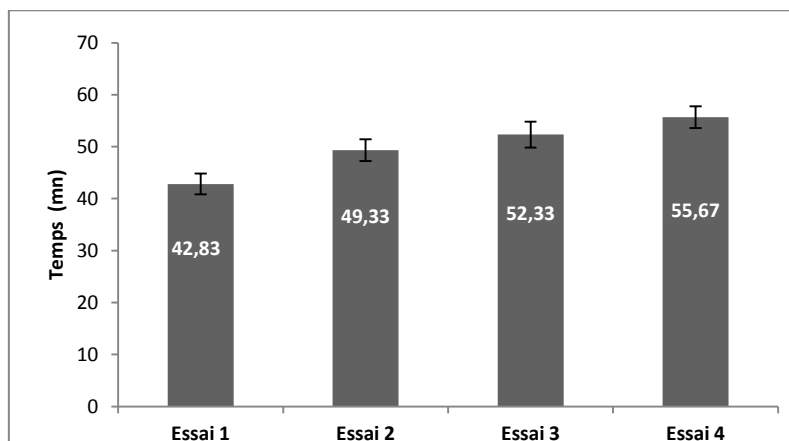
3.2 Préparation du mélange et dosage des matières premières

Le tableau (1), ci-dessous nous présente les différents résultats obtenus lors de la phase préparation du mélange. Il en résulte de ce tableau que l'essai 1 a une masse totale de 9 kg pour un ratio de 50% de sable et 50 % de plastique ; l'essai 2 quant à lui a une masse de 9,9 kg avec 4,5 kg de plastique et 9,9 kg pour un ratio 55/ 45 respectivement de sable et de plastique. Quant à l'essai 3 il a un ratio 58/42 de sable et de plastique respectivement. L'essai 4 a une masse totale de 11,7 kg avec une masse de 7,2 kg de sable et 4,5 kg de plastique pour un ratio sable/ plastique 62/38.

Tableau 1 : Le tableau présente le ratio sable/plastique par essai.

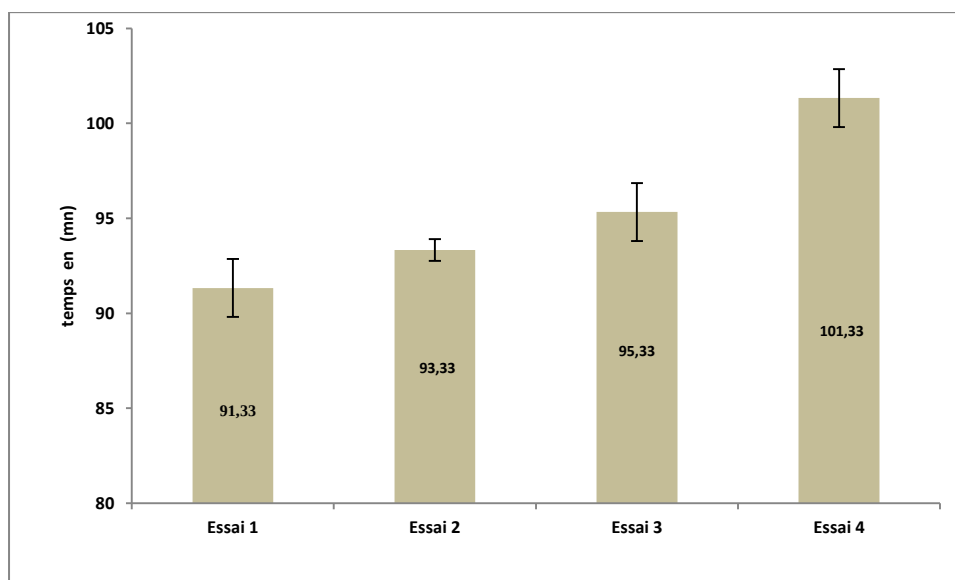
Éléments	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
Masse plastique (Kg)	4,5	4,5	4,5	4,5
Masse de sable (Kg)	4,5	5,4	6,3	7,2
Masse totale (kg)	9	9,9	10,8	11,7
Ratio sable/plastique	50/50	55/45	58/42	62/38

Le temps de préparation et de dosage de matières premières varie en fonction de l'essai. La figure 2 ci-dessous représente le temps de préparation et de dosage de matières premières. Il ressort de cette figure que l'essai 4 a le plus grand temps de préparation avec une valeur de $55,66 \pm 2$ minutes suivie de l'essai 3 avec une valeur de $52,33 \pm 2$ minutes et l'essai 1 a un temps de préparation la plus petite qui est $42,83 \pm 2$ minutes.

**Figure 2 :** La figure montre le temps moyen de préparation et de dosage de matière première.

3.3 Cuisson et Malaxage

La figure 3 ci-contre présente le temps moyen de cuisson des déchets plastique puis du malaxage sable/ plastique en fonction des essais. Il ressort de cette figure que le l'essai 1 a pour temps de cuisson et de malaxage de $91,3 \pm 1,5$ minutes et l'essai 4 a le grand temps avec $101,1 \pm 1,5$ minutes.

**Figure 3 :** La figure montre le temps moyen de cuisson et malaxage.

3.4 Moulage et démoulage

La variation de de temps de moulage et démoulage lors du processus de fabrication des pavés en fonction des ratios sable/plastique. Il en résulte de cette figure que le temps de moulage et de démoulage varie de 11 à 21 minutes. Cependant nous notons que l'essai 1 a enregistré un temps de moulage et démoulage de $11,66 \pm 1,5$ minutes comparativement à l'essai 4 qui lui a enregistré un temps de 21 ± 1 minutes de temps de moulage et démoulage.

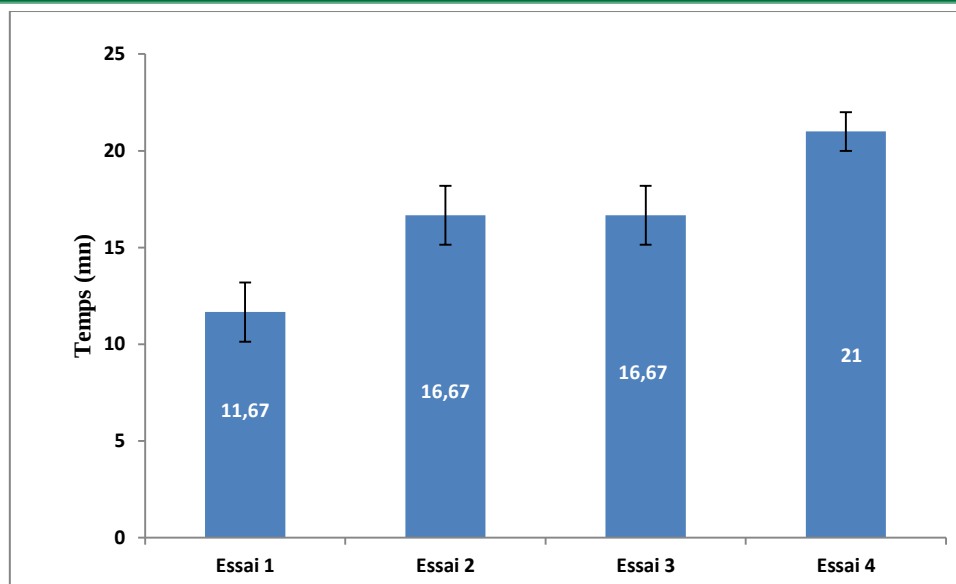


Figure 4 : La figure montre le temps moyen de moulage et démoulage.

3.5 Temps de fabrication des pavés par essai

La figure 5 ci-dessous représente l'évolution de temps de fabrication des pavés par essai. Il ressort de cette de figure que l'essai 4 a enregistré le plus long temps de fabrication ce record est $178,33 \pm 3$ minutes et le plus faible temps de fabrication est noté au niveau de l'essai 1 avec $145,83 \pm 1$ minutes.

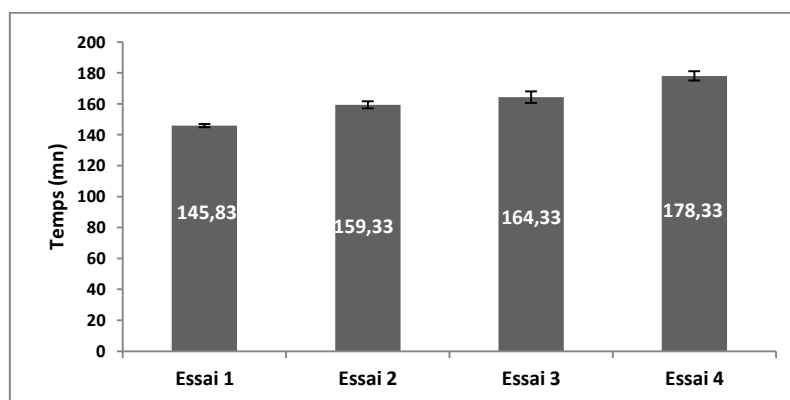


Figure 5 : La figure montre le temps moyen de fabrication des pavés par essai

3.6 Résistance mécanique des pavés

La résistance mécanique des différents pavés fabriqués en fonction des différents ratios plastique/sable d'une part et des pavés fabriqués avec du béton et commercialisé dans la ville de Garoua est représentée par la figure 6 ci-contre. Il ressort de cette figure que l'essai 1 a la plus grande valeur $180,79 \pm 0,6$ Pa et l'essai 4 a la plus petite valeur $62,68 \pm 0,68$ Pa ; Les pavés en bétons fabriqués dans la ville de Garoua ont une résistance mécanique de 170,56 Pa.

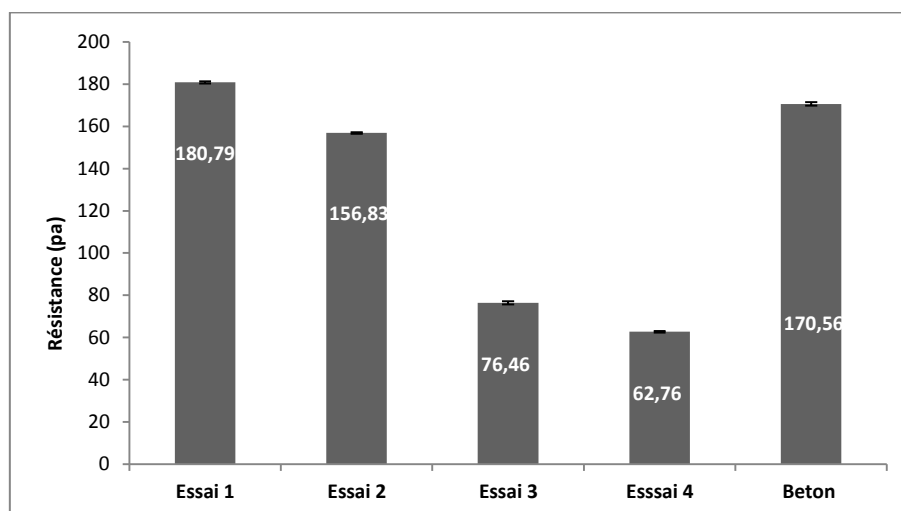


Figure 6 : La figure montre la résistance mécanique des pavés.

3.7 Test d'absorption des différents pavés

Le tableau 2 ci-dessous représente le taux d'absorption des différents pavés fabriqués en fonction des ratios plastique/sable. Il ressort de ce tableau que le taux d'absorption de l'essai 1 est de $0,95 \pm 1,6$ et celui de l'essai 4 est de $4,6 \pm 0,1$.

Tableau 2 : Le tableau montre le taux d'absorption des pavés par essai.

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
Masse sèche (Kg)	$3,3 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,1$
Masse humide (Kg)	$3,3 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,1$
Taux d'absorption (%)	$0,95 \pm 1,6$	$3,4 \pm 1,2$	$3,4 \pm 1,2$	$4,6 \pm 0,1$

3.8 Evaluation de la rentabilité économique des pavés

Le tableau 3 ressort les résultats de l'évaluation du coût de production de pavé. par m^2 de pavage. Il ressort de ce tableau que le coût de revient d'un pavé de ratio 50/50 est de 320 FCFA. Compte tenu de la dimension de nos pavés ont aura besoin 10 pavé pour un mètre carré de pavage qui revient à 3200 FCFA. Par contre le m^2 de pavage par des pavés fait en béton dans la ville de Garoua coûte 4200 FCFA.

Tableau 3 : Le tableau montre l'évaluation de coût d'un m^2 de pavage.

	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total pour un pavé (FCFA)	Prix pour un m^2 de pavé (FCFA)
Plastique	2 kg	100	200	2000
Sable	2 kg	5F	20	200
Bois	1/2 fagot	200	100	1000

4. DISCUSSION

L'observation du paysage de la ville de Garoua nous a permis de nous en rendre compte que les déchets plastiques posent un problème environnemental sérieux dans cette ville. Nous avons noté l'obstruction des voies de canalisation d'eau par les déchets plastiques ce qui entraîne une stagnation des eaux de pluies en saison pluvieuse et par conséquent la prolifération des moustiques vecteur du paludisme. La pollution visuelle engendrée par les déchets plastiques fait perdre au paysage de la ville de Garoua sa beauté qui dans le temps était un paramètre important qui attirait les touristes. Le résultat de la proportion de la production des différents types de déchets dans la ville de Garoua (figure 1) montre que la catégorie « sachet sahel » occupe la première place soit 35% ; suivi de l'emballage plastique « leidaa » 30%. Ce résultat s'explique par le fait qu'en termes de quantité les emballages plastiques (leidaa) sont plus produits que les sachets de sahel mais en raison de sa faible densité les « leidaa » sont emportés par le vent et sont facilement enfouis dans le sol. Le procédé de fabrication des pavés a débuté par la préparation et le dosage de la matière première, ainsi quatre formulations ont été faites en faisant varier le taux de sable ; en vue de voir quelle est la meilleure formulation. Le temps moyen de fabrication pour l'essai 4 est $178,3 \pm 3$ minutes tandis que celui de l'essai 1 avec $145,83 \pm 1$ minutes. Ce résultat ne corrobore celui de Bagayoko (2011) qui a travaillé sur la valorisation des déchets plastiques en pavés au Mali, cette différence s'expliquerait par l'appareillage [5]. Les résultats de tests mécaniques ont révélé que l'essai 1 a la plus grande valeur $180,79 \pm 0,6$ Pa et l'essai 4 a la plus petite valeur $62,68 \pm 0,68$ Pa. Ce résultat s'expliquerait par le fait qu'au fur et à mesure que la teneur de sable augmente et celui du plastique diminue ; comme le plastique est liant la résistance mécanique du matériau diminue. Ce résultat ne corrobore pas à celui de Rakotosaona et al., (2014) [6]. Le taux d'absorption nous renseigne sur la porosité des pavés. Les résultats de test d'absorption montrent que l'essai 1 a le plus faible taux d'absorption $0,95 \pm 1,6$ % et l'essai 4 $44,6 \pm 0,1$ % ; ce résultat s'expliquerait par l'essai 1 a plus de teneur en plastique que l'essai 4 et comme le plastique est le liant il a permis aux particules de sable de mieux adhérer entre eux et réduisant ainsi la porosité du pavé, par conséquent le taux d'absorption. Ce résultat corrobore à celui de Bagayoko (2011) qui rapporte un taux d'absorption de l'ordre de 4% ; par contre ce résultat est en désaccord à celui de Rakotosaona et al., (2014) qui trouve un taux d'absorption de 6% [5, 6]. Du point de vue économique un mètre carré de pavage par les pavés fabriqués en plastique coûte moins chers que celui fait en béton.

5. CONCLUSION

La problématique de la gestion des déchets urbains en générale et celui des déchets plastiques en particulier est aujourd'hui le souci majeur de toute politique tant bien au niveau national qu'internationale du fait de l'inquiétude grandissante des impacts importants sur les écosystèmes urbains provoquée par ces plastiques. Les études réalisées dans le cadre de ce travail nous ont permis de démontrer qu'il est possible de valoriser les déchets plastiques pour la fabrication des matériaux locaux de construction en occurrence les pavés. Il ressort de cette étude qu'en matière de production des déchets plastiques dans la ville de Garoua, que les sachets d'eaux en plastique occupent la première place avec 35% de taux de production suivi de « leidaa » (30%). L'essai 1 a donné la meilleure résistance à la compression avec une valeur de $180,79 \pm 0,6$ Pa, tandis que la plus faible valeur est observée au niveau de 4 avec une valeur de $62,76 \pm 0,73$ Pa. Après examen des résultats de taux d'absorption nous notons que le taux d'absorption

le plus élevé est celui de l'essai 4 soit $4,6 \pm 0,1\%$. La comparaison de la résistance mécanique de nos pavés fabriqués à partir des déchets plastiques et des sables et des pavés fabriqués et commercialisés en béton dans la ville de Garoua nous montre que la résistance mécanique des pavés en béton ($170,56 \pm 0,84$ Pa) est inférieure à celle de l'essai 1 ($180,79 \pm 0,6$ Pa). Du point de vue économique un m² des pavés fabriqués à partir des déchets plastiques et des sables coûte 3200 FCFA tandis que celui des pavés fait à partir du béton coûte 4200 FCFA. Les matériaux ainsi obtenus peuvent concurrencer sur le plan technique et financier les matériaux classiques que l'on peut rencontrer actuellement sur le marché. Dans le but de compléter cette étude, et contribuer à la gestion optimale des déchets plastiques, des perspectives suivantes ont été formulées. Il s'agit de : Mettre sur un dispositif de fabrication permettant de réduire le temps de production et utilisant une autre source d'énergie ; Installer un système de captage des fumées dégagées lors de la pyrolyse des déchets plastiques ; Tester la température de début de dilatation des pavés ; Solliciter l'appui des collectivités territoriales décentralisées dans le processus de vulgarisation du procédé.

Remerciements : Les auteurs remercient l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement IRAD de Garoua ; Le LaboGénie de Garoua, pour leur accompagnement.

Contribution des auteurs : Le thème de recherche et la recherche documentaire, ont été faits par Saïfoullah D. (80%) et Loabé Pahimi (20%); la collecte des intrants : déchets plastique et sable a été réalisée par Saïfoullah D. (45%) ; Loabé Pahimi A. (25%) Gové A. (18%) et Djida Housseini J. (12%). La confection des pavés a été réalisée par tous. Le manuscrit est rédigé par Saïfoullah D. (70%) et Loabé Pahimi A. (30%) ; il a été corrigé et relu par Gové A. et Djida Housseini J.

Conflits d'intérêt : Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt entre eux.

6. REFERENCES

1. Palouma. Rapport sous-direction de la gestion des déchets, des produits chimiques toxiques et dangereux à la direction des normes et du contrôle du MINEPDED. 2013 Disponible : <https://www.scidev.net/afrique-sub-saharienne/environnement/actualites/fabriquer-paves-partir-dechetsplastiques>.
2. Wyss, K., Cisse, G., Yemandji, N'D. et Tanner, M. la gestion par leurs occupants d'environnement urbain défavorisés au Sahel. *Sempervira Institut Tropical Suisse*. 2001; 10 142p.
3. Gilles D., Ousmane S. Valorisation des déchets de sachets plastiques Utilisation comme liant dans la fabrication de matériaux composites : Application dans les villes subsahariennes. Conférence internationale sur la Valorisation des Déchets et la Biomasse Résiduelle dans les Pays en Développement, 9-11 juillet 2009- Ouagadougou, Burkina Faso
Disponible: http://www.ids21.org/resources/fichiers/ids21/Communication_Wasteng09_Doublier-Sorgho_V3.pdf
4. Diabagate, S. Dynamique urbaine et gestion des déchets ménagers dans la région de la vallée du Bandama : cas des communes urbaines du département de Dabakala, Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan, 2009 Côte d'Ivoire.
Disponible : https://www.memoireonline.com/07/10/3765/m_Dynamique-urbaine-et-gestion-des-dechets-menagers-dans-la-region-de-la-vallee-du-Bandama--cas-d0.html.
5. Bagayoko M., Contribution à la mise en valeur des ordures ménagères par la production et la vente des pavés. Mémoire pour l'obtention du Master spécialisé en Energie Renouvelable. 23 septembre 2011, Mali.
Disponible: https://www.documentation.2ieedu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=418
6. Rakotosaona R. et al. Valorisation à l'échelle pilote des déchets plastiques pour la fabrication de matériaux de construction. Mada-Hary vol. 2, 2014. Disponible: http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/hary2_6_.pdf



Cite this article: Daïrou Saïfoullah, Alain Loabé Pahimi, Arafat Gové, and Jacques Djida Housseini. VALORISATION DES DECHETS PLASTIQUES DANS LA PRODUCTION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION: CAS DES PAVES DANS LA VILLE DE GAROUA (NORD-CAMEROUN). *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2020; 10(6): 215-221

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>