

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

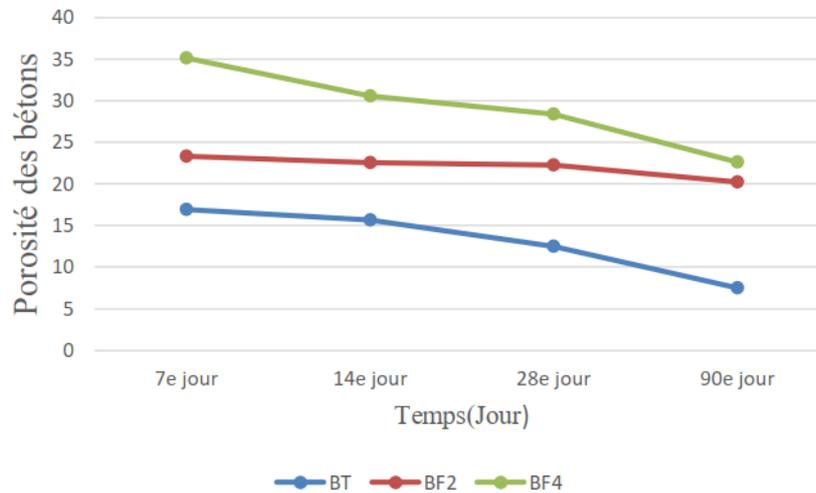


Fig. 1. Variation de la porosité du béton

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

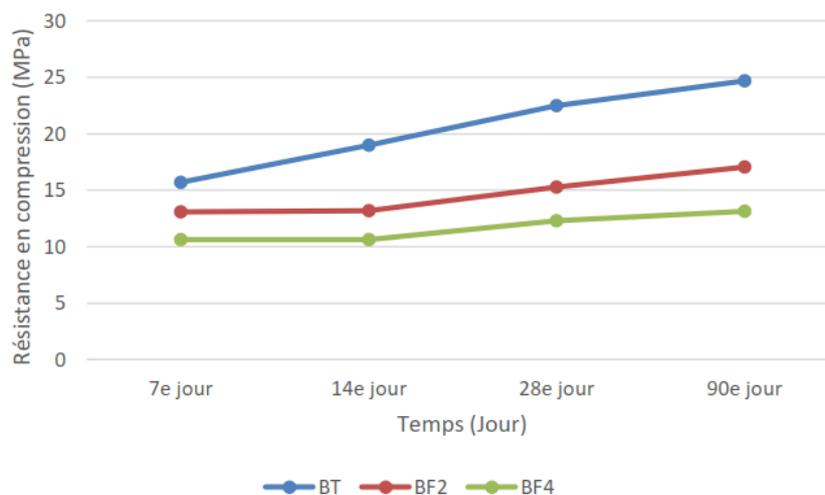


Fig. 2. Variation de la résistance en compression du béton

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).