

Influence du traitement des coques de noix de palme sur les propriétés physico-mécaniques des bétons légers

Yasmine TRAORE*¹, Adamah MESSAN¹, François TSOBNANG^{1,2}, Jean GERARD³

¹ Laboratoire Eco Matériau de Construction (LEMC), (2iE) 01 BP 594 Ouagadougou 01, Burkina Faso

² Institut Supérieur des matériaux et mécaniques avancés (ISMANS), Avenue Frédéric Auguste Bartholdi, 72000 Le Mans, France

³ Unité de Recherche Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits (BioWooEB), 73 rue J.F. Breton, 34398 Montpellier Cedex 5, France

* binta.traore@2ie-edu.org

RESUME : Les objectifs de ces travaux sont de traiter les coques de noix de palme par différentes solutions (lait de chaux, silicate de sodium) et d'étudier le comportement d'un béton léger à base de ces coques de noix de palme traitées. Des essais physiques et/ou mécanique réalisés sur les coques et le béton léger indiquent une réduction de l'absorption d'eau et une amélioration de la résistance à la compression de près de 20% dans le cas du traitement à la chaux.

ABSTRACT: The purposes of this work are to pretreat oil palm shells (OPS) and to study the behavior of a lightweight concrete based on those pretreated OPS. Physical and mechanical tests are conducted on the OPS and the concrete. The results show that lime treatment reduces the water absorption and improves the compressive strength for nearly 20%.

MOTS-CLÉS : matériaux biosourcés, coque de noix de palme, traitement physico-chimique, béton léger, résistance mécanique.

KEYWORDS: biosourced materials, oil palm shell, physical and chemical treatment, lightweight concrete, mechanical strength

1. INTRODUCTION

Les coques de noix de palme (CNP) sont une alternative intéressante pour lutter contre les problèmes liés à la surexploitation des granulats classiques dans le béton dont la production mondiale augmente régulièrement. La valorisation de cette biomasse permet de produire un béton léger de densité inférieure ou égale à 2, ce qui induit une réduction considérable de la charge morte des bâtiments. On note aussi une amélioration des propriétés du béton du point de vue confort thermique [1]. Toutefois l'une des principales limites des CNP est leur grande porosité qui leur confère une capacité importante d'absorption d'eau. Ce fort taux d'absorption qui peut atteindre 33% [2] constitue un frein à l'emploi des CNP dans le béton léger. En effet, à court-terme, l'adhésion est fortement dépendante des échanges en eau à l'interface mortier/support. Plusieurs études ont montré l'influence des propriétés de transfert par capillarité du substrat poreux sur la création d'une force de liaison [3].

Une des solutions à cette limite réside dans le traitement des coques de noix de palme avant leur utilisation dans le béton. Ce travail se propose donc d'étudier l'influence que peuvent avoir différents traitements des CNP sur les propriétés physico-mécaniques des bétons légers. L'objectif de ces investigations est d'éliminer les résidus gras sur les coques, de réduire leur capacité d'absorption, ou

encore d'améliorer leur adhérence à la matrice cimentaire et par suite les propriétés mécaniques du béton.

2. APPROCHE EXPERIMENTALE

2.1. MATERIAUX UTILISES

Le liant hydraulique utilisé dans le béton est un ciment portland artificiel (CPA 45) d'une densité spécifique de 3,15. Le sable utilisé, a été obtenu localement. Il a une densité spécifique de 2,86 pour un module de finesse de 2,90. C'est un sable de classe granulaire 0/3,15 (voir figure 1). Un plastifiant réducteur d'eau (plastiment BV40) a été utilisé pour améliorer la maniabilité du béton.

2.2. PROPRIETES DES COQUES DE NOIX DE PALME

Les coques de noix de palme étudiées, sont les enveloppes des graines de palmistes. Elles sont obtenues après extraction des fibres et concassage du noyau. Pour cette étude, les coques de noix de palme proviennent d'un site de production d'huile de palme de l'entreprise SIFCA basé à Abidjan en Côte d'Ivoire (dénommées CNP Abidjan).

Les caractéristiques physiques de ces granulats végétaux sont résumées dans le tableau 1. La masse volumique en vrac des CNP est de 560 kg.m^{-3} pour une teneur en eau de 4,35% dans les conditions de stockage.

Tableau 1: caractéristiques physiques des coques de noix de palme

Caractéristiques	CNP Sifca
Granularité	2 – 8 mm
Densité apparente	560 kg/m^3
Densité spécifique	1340 kg/m^3
Teneur en humidité	4,35%
Absorption d'eau (% à 24h)	22,25%

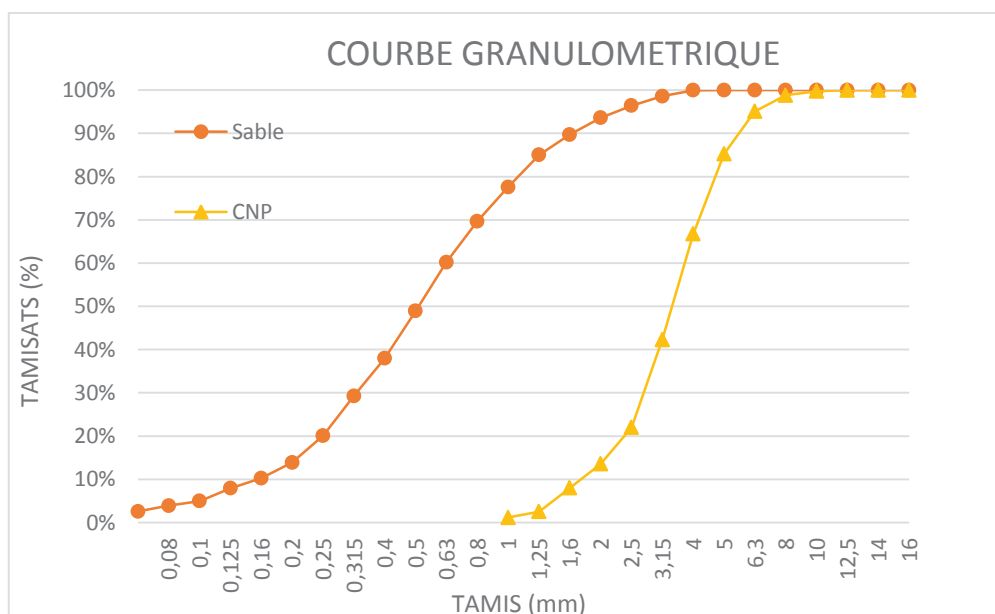


Figure 1: Courbe granulométrique des matériaux utilisés

2.3. TRAITEMENT SUR LES COQUES DE NOIX DE PALME

Deux traitements des granulats basés sur une modification de surface ou un dépôt ont été effectués. Le premier traitement a été un mélange sous agitation pendant 2 heures dans une solution de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) à 40g.l^{-1} . Le second a consisté à tremper pendant 2 heures les CNP dans une solution de silicate de sodium dosée à 100g/l .

Pour chaque traitement nous avons considéré un facteur de recouvrement ϕ tel que (1) :

$$\phi = \frac{M_t}{M_i} \quad (1)$$

où M_t et M_i représentent respectivement la masse après traitement et la masse initiale (avant traitement). Les facteurs de recouvrements des différents traitements sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2: Facteur de recouvrement des traitements

Traitement effectué	Φ CNP Abidjan
Chaux	1,002
Silicate de sodium	1,006

Bien que sensiblement égale à 1, il y a eu un dépôt non négligeable sur les coques, de chaux d'une part et de silicate de et/ou de sodium d'autre part, respectivement après les traitements 1 et 2 (figure2).

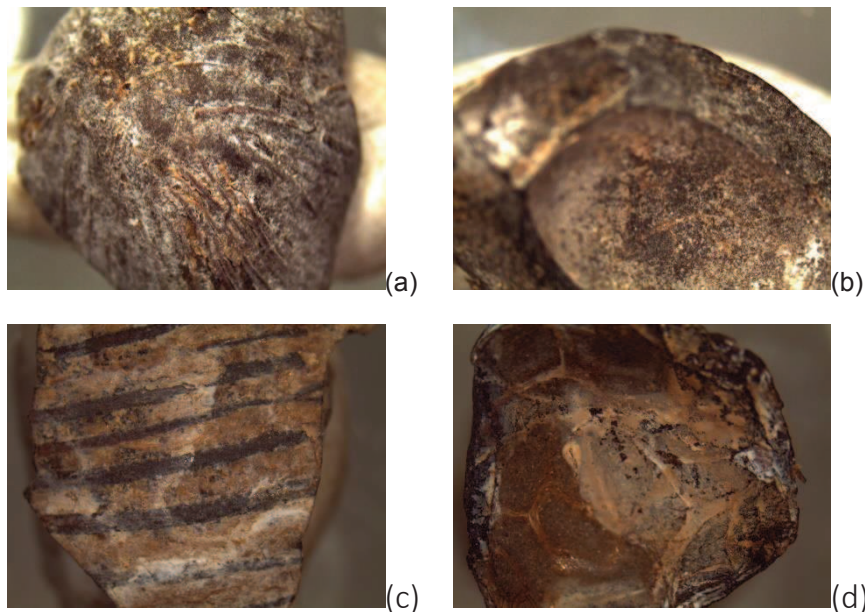


Figure 2: Observation d'un dépôt de chaux sur les faces convexe (a) et concave (b) d'une CNP ; dépôt de silicate et/ou de sodium sur les faces convexe (c) et concave (d) d'une CNP

2.4. FORMULATION DES ECHANTILLONS

Pour la présente étude, quatre séries d'éprouvettes cylindriques de dimensions $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ont été réalisées fonction du traitement effectué sur les CNP. Les différentes formulations réalisées sont regroupées dans le tableau 3.

Les méthodes classiques de formulations des bétons sont difficilement applicables au cas des bétons de CNP, compte tenu du caractère végétal et de la grande hétérogénéité des coques [4][5]. L'analyse de la bibliographie nous a conduits à choisir les rapports massiques résumés dans le tableau 4.

Tableau 3: Différents mélanges réalisées

Désignation	Dénomination
Béton de CNP en provenance d'Abidjan Nature	CNP Abidjan nature
Béton de CNP en provenance d'Abidjan traitées à la chaux	CNP Abidjan chaux
Béton de CNP en provenance d'Abidjan traitées au silicate de sodium	CNP Abidjan silicate

Tableau 4: Ratios de formulation du béton de coque de noix de palme

Proportions par masse de ciment (dosage en ciment : 350 kg/m ³ de béton)				
Ciment	Sable	CNP	Eau	Plastifiant
1	1,66	0,60	0,4	±0,02

Après démoulage, les éprouvettes de béton sont conservées dans de l'eau à température ambiante jusqu'à la réalisation des essais.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. INFLUENCE DU TRAITEMENT SUR LA CAPACITE D'ABSORPTION DES CNP

La mesure de la capacité d'absorption (C_{ab}) a consisté à tremper 200g de chaque échantillon dans de l'eau et à mesurer la teneur en eau au bout de 24heures. En nous basant sur les travaux de Nozahic[6], nous avons tenu compte du gain massique induit par les traitements, en appliquant un facteur de correction aux taux d'absorption obtenus (le facteur de recouvrement défini ci-dessus). Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 5: Effet des traitements sur les coques de noix de palme

Traitement effectué	C_{ab} (%)	C_{ab} corrigé (%)
Aucun	22,25	22,25
Chaux	20,35	20,38
Silicate de sodium	22,10	22,22

Nous observons que seul le traitement à la chaux permet de rendre les coques de noix de palme plus hydrophobe.

3.2. INFLUENCE DES CNP TRAITÉES SUR LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BÉTON

Pour chaque essai de résistance à la compression, trois échantillons ont été testés. Le tableau 6 résume les valeurs moyennes de la résistance à la compression obtenues pour chaque mélange après 14, 28 et 45 jours de maturité.

Tableau 6: Résistance à la compression des différents mélanges après 14, 28 et 45 jours

DESIGNATION	Résistance à la compression					
	14 jours		28 jours		45 jours	
CNP Abidjan nature	23,14	(±0,60)	26,33	(±0,79)	24,42	(±0,30)
CNP Abidjan chaux	28,45	(±1,31)	28,90	(±2,54)	29,98	(±0,96)
CNP Abidjan silicate	22,72	(± 2,86)	26,11	(±1,80)	23,57	(±1,80)

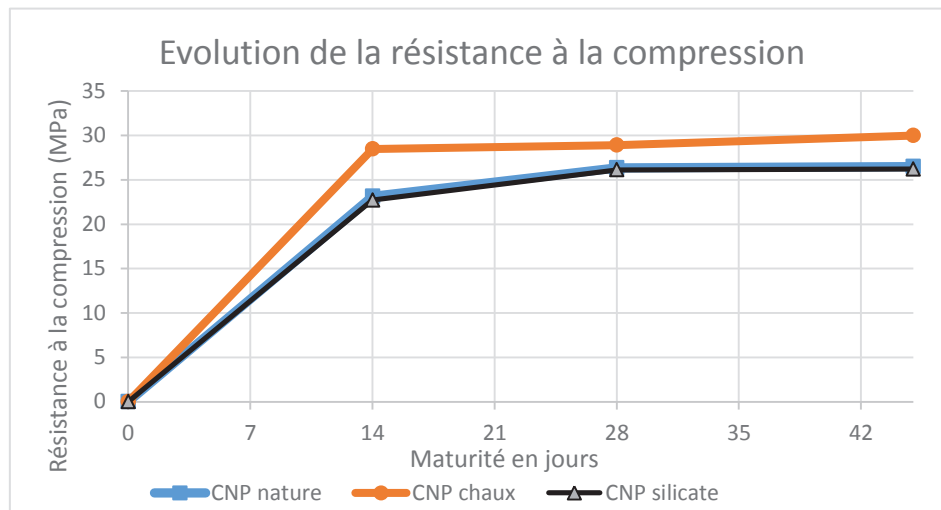


Figure 3: Evolution des résistances en compression dans le temps et suivant différents traitements.

La figure 3 présente des courbes qui ont quasi la même tendance, la résistance à 14 jours évoluant peu jusqu'à 45 jours. La valeur de résistance à 14 jours représente plus de 85% de la valeur de résistance à 28 jours. L'utilisation des CNP qu'elles soient traitées ou non n'influence donc pas ce comportement du béton.

Par ailleurs, nous observons que le traitement au silicate n'a pas d'influence sur le béton de CNP. En effet la courbe d'évolution des résistances du béton de CNP traitées au silicate est quasi identique à celle du béton de CNP sans aucun traitement. Le traitement à la chaux quant à lui, permet une augmentation de la résistance mécanique de 20%.

4. CONCLUSION

Les expériences réalisées dans cette étude montrent que le traitement à la chaux est le plus efficace pour atténuer l'absorption d'eau des CNP et améliorer la résistance à la compression du béton. Toutefois, des études complémentaires notamment des observations au MEB sont nécessaires pour étudier plus finement l'interface des coques traitées avec la pâte de ciment. Elles permettront de comprendre la relation entre le traitement et la résistance mécanique. Le suivi de la résistance du béton sur une plus longue durée (56 jours, 90 jours voire 480 jours) est aussi envisagé et pourront permettre de confirmer la réelle efficacité des traitements sur les CNP.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] D. Y. Osei and E. N. Jackson, "Experimental study of palm kernel shells as coarse aggregate in concrete," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 3, no. 8, 2012.
- [2] U. J. Alengaram, B. A. A. Muhit, and M. Z. bin Jumaat, "Utilization of oil palm kernel shell as lightweight aggregate in concrete – A review," *Constr. Build. Mater.*, vol. 38, pp. 161–172, Jan. 2013.
- [3] H. O. Sugo, A. Page, and S. Lawrence, "The development of mortar/unit bond," presented at the 9ème Symposium sur la maçonnerie Canadienne, Fredericktown, Canada, 2001.
- [4] M. A. Mannan and C. Ganapathy, "Mix design for oil palm shell concrete," *Cem. Concr. Res.*, vol. 31, no. 9, pp. 1323–1325, Sep. 2001.

- [5] P. Shafigh, M. Z. Jumaat, and H. Mahmud, "Mix design and mechanical properties of oil palm shell lightweight aggregate concrete: a review," *Int. J. Phys. Sci.*, vol. 5, no. 14, pp. 2127–2134, 2010.
- [6] V. Nozahic and S. Amziane, "Influence de différents traitements sur l'interface entre des particules lignocellulosiques et un liant minéral," *XXIXe Rencontres Univ. Génie Civ.*, p. 11, Mai 2011.