



Université Mohamed khider –Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civil et d'Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies

Filière : GENIE CIVIL

Spécialité : MATERIAUX EN GENIE CIVIL

Réf. :

Présenté et soutenu par :

RAGHDI KHAWLA

Le : mercredi 4 juin 2025

Formulation et caractérisation d'un béton de sable contenant des fibres issus des déchets de palmiers dattiers

Jury : Guettala Abdelhamid
Salim Abdelaziz

Encadreur : GADRI KARIMA

Année universitaire : 2024/2025

RESUME

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des déchets agricoles, en particulier les fibres issues des grappes de palmier dattier (GPD), dans le but d'élaborer un béton de sable écologique et économique, à la fois performantes et durables. Plusieurs compositions de béton de sable ont été formulées avec des fibres de différentes longueurs (1,5 cm et 3 cm) et dosages (% 1,5, % 1, % 0,5) Les performances des bétons ont été évaluées à travers une série d'essais: maniabilité, masse volumique, retrait, absorption total et capillaire, porosité ouverte, résistance mécanique, et comportement en milieu acide.

Les résultats montrent que l'ajout de fibres de palmier dattier améliore significativement la résistance à la flexion et réduit le retrait du béton de sable, tout en présentant un bon comportement en environnement agressif.

Mots clés:

Fibres palmiers dattier – béton de sable- retrait- porosité- absorption- durabilité- résistance traction par flexion

الملخص

يأتي هذا العمل في إطار الاستفادة من المخلفات الزراعية، وبالأخص الألياف المستخرجة من عناقيد نخيل التمر، بهدف تطوير خرسانة رملية صديقة للبيئة واقتصادية، تجمع بين الأداء العالي والمتانة. تم تحضير عدة تركيبات من الخرسانة الرملية باستخدام ألياف بأطوال مختلفة (1.5 سم و3 سم) ونسب متفاوتة (0.5%، 1%، 1.5%). تم تقييم أداء الخرسانة من خلال مجموعة من الاختبارات مثل: قابلية التشغيل، الكثافة الحجمية، الانكماش، الامتصاص الكلي والشعيري، المسامية المفتوحة،

المقاومة الميكانيكية، والسلوك في البيئة الحمضية. أظهرت النتائج أن إضافة ألياف نخيل التمر تحسن بشكل ملحوظ مقاومة الانحناء وتقلل من انكماش الخرسانة الرملية، مع إظهار سلوك جيد في البيئات العدائية.

الكلمات المفتاحية:

ألياف نخيل التمر - خرسانة رملية - انكماش - مسامية - امتصاص - متانة - مقاومة الشد بالانحناء

SUMMARY

This work focuses on the valorization of agricultural waste, particularly fibers derived from date palm clusters (DPC), with the aim of developing an ecological and economical sand concrete that is both efficient and durable. Several sand concrete mixes were formulated using fibers of different lengths (1.5 cm and 3 cm) and dosages (0.5%, 1%, 1.5%). The performance of the concrete was evaluated through a series of tests: workability, bulk density, shrinkage, total and capillary absorption, open porosity, mechanical strength, and behavior in acidic environments.

The results show that the addition of date palm fibers significantly improves flexural strength and reduces the shrinkage of sand concrete, while exhibiting good performance in aggressive environments.

Keywords:

Date palm fibers – sand concrete – shrinkage – porosity – absorption – durability – flexural tensile strength

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Face aux enjeux environnementaux croissants et à la nécessité de développer des matériaux de construction durables, le secteur du bâtiment se tourne de plus en plus vers l'utilisation de ressources locales, renouvelables et peu énergivores. Dans ce contexte, le béton, matériau le plus utilisé au monde, fait l'objet de nombreuses recherches visant à améliorer ses performances tout en réduisant son empreinte écologique.

Parmi les alternatives émergentes, l'intégration de fibres végétales issues de déchets agricoles constitue une voie prometteuse pour développer des bétons plus écologiques, économiques et durables. L'Algérie, riche en ressources agricoles et notamment en palmiers dattiers, génère annuellement des quantités considérables de déchets organiques, dont les grappes (ou régimes) représentent un sous-produit souvent négligé. Ces fibres de grappes de palmier dattier (GPD), naturellement abondantes, biodégradables, et disponibles à faible coût, offrent un potentiel intéressant en tant que renfort dans les matériaux cimentaires.

Le présent travail s'inscrit dans une démarche de valorisation de ces fibres végétales locales, en les incorporant dans un béton de sable, typiquement utilisé dans les zones sahariennes où le gravier est rare ou de faible qualité. Ce type de béton, bien que facilement accessible, souffre généralement de faibles résistances mécaniques, d'une forte sensibilité au retrait et d'une durabilité limitée, notamment en milieux agressifs.

Problématique

Comment améliorer les propriétés physiques, mécaniques et la durabilité du béton de sable tout en réduisant son impact environnemental, grâce à l'incorporation de fibres de grappes de palmier dattier,

Objectifs

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'effet de l'incorporation de fibres de GPD (de différentes longueurs et dosages) sur le comportement du béton de sable, afin de :

1. Valoriser un déchet agricole local (fibres de GPD)
 2. Améliorer les propriétés physiques du béton, notamment en réduisant le retrait
-

Introduction générale

3. Renforcer les performances mécaniques, en particulier la résistance à la traction par flexion.
4. Optimiser la durabilité du béton de sable face à des environnements agressifs.
5. Contribuer au développement d'un béton plus écologique, économique et localement accessible, s'inscrivant dans la démarche du béton "eco-friendly".

Ce travail de recherche est structuré en deux grandes parties principales.

La **première partie** est consacrée à une étude bibliographique organisée en deux volets :

- Le premier volet présente les **généralités sur le béton de sable**, en abordant ses caractéristiques, ses domaines d'application, ainsi que ses limites intrinsèques.
- Le second volet est dédié à la **description morphologique du palmier dattier**, dans le but de mieux appréhender l'origine, la structure et la nature des fibres végétales qu'il génère. Cette partie traite également des **différents types de fibres végétales** utilisées comme renforts dans les matériaux cimentaires.

La **deuxième partie** porte sur l'étude expérimentale et comprend deux chapitres :

- Le **chapitre II** est consacré à la **caractérisation des matériaux** utilisés dans la formulation du béton de sable, à savoir le ciment, le sable, le filler calcaire et les fibres issues de grappes de palmier dattier. Ce chapitre décrit également les **protocoles expérimentaux** mis en œuvre pour l'évaluation des performances des bétons élaborés.
- Le **chapitre III** présente la **formulation de sept compositions de béton de sable**, intégrant des fibres de palmier dattier de longueurs (1,5 cm et 3 cm) et dosages variés (0,5 %, 1,0 %, 1,5 %). L'effet de ces fibres est analysé en termes de **propriétés physiques (porosité, retrait, absorption), mécaniques (résistance à la compression, traction/flexion) et de durabilité**, notamment en milieu agressif.

Ce mémoire s'achève par une **discussion approfondie des résultats** obtenus, suivie d'une **conclusion générale** récapitulant les principaux enseignements du travail, accompagnée de **recommandations** pour de futures recherches

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de cette recherche, l'objectif principal était de valoriser les fibres issues des grappes de palmier dattier (GPD) en étudiant leur effet, selon différentes longueurs et dosages, sur les propriétés physiques et mécaniques du béton de sable, dans le but d'en améliorer le comportement global. Pour atteindre cet objectif, le travail a été structuré en trois chapitres :

- Le **premier chapitre** est consacré à une **étude bibliographique** portant sur les caractéristiques du béton de sable et sur les fibres végétales issues du palmier dattier.
- Le **deuxième chapitre** présente la **caractérisation des matériaux utilisés** ainsi que la **méthodologie expérimentale** mise en œuvre.
- Enfin, le **troisième chapitre** est dédié à **l'analyse et à la discussion des résultats** obtenus.

Cette démarche a permis d'évaluer de manière rigoureuse l'impact de l'incorporation des fibres GPD sur la performance du béton de sable, tout en intégrant une dimension écologique dans la formulation des matériaux de construction.

Principales conclusions de l'étude :

➤ Amélioration mécanique et physique

- Les fibres GPD longues (3 cm) à faible dosage (0,5 %) permettent de maintenir, voire d'améliorer la résistance à la compression du béton de sable.
- Les fibres GPD quel que soit leur longueur à teneurs croissantes (jusqu'à 1,5 %) contribuent à une amélioration notable de la résistance à la flexion.
- Les fibres GPD permettent de réduire significativement le retrait et d'améliorer la stabilité dimensionnelle, grâce à un meilleur ancrage et à la limitation de la propagation des microfissures.

➤ Durabilité en milieu agressif :

- L'ajout de fibres GPD, notamment à fortes teneurs, renforce la résistance du béton en milieu acide.
- Les fibres longues même à faible dosage offrent un bon compromis entre durabilité chimique et performances mécaniques, particulièrement en environnement agressif.

➤ Effets secondaires

- L'**augmentation de la teneur en fibres**, en particulier celles de **3 cm**, entraîne une **réduction de la maniabilité** du béton frais.

Conclusion générale

- Une **hausse de la porosité ouverte** et de **l'absorption d'eau** est observée, souvent causée par une **dispersion irrégulière des fibres**
- Une maîtrise rigoureuse du dosage et de l'homogénéité de distribution est indispensable pour éviter une dégradation des performances globales.

➤ **Apport écologique et valorisation locale :**

- Les fibres GPD constituent une **solution écologique et locale**, valorisant un **déchet agricole abondant**.
- Leur utilisation s'inscrit dans une **démarche de développement durable**, pour des bétons **plus économiques, respectueux de l'environnement**, et adaptés aux ressources disponibles localement.

Références

- [1] NF P 18-500. (Norme Française Relative Au Béton De Sable).
- [2] Chauvin, J.-J. (1991). Le béton de sable en Union Soviétique. Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, (174), 61–69.
- [3] Aïtein, P.-C., & De Larrard, F. (1994). Bétons de sable – Caractéristiques et pratiques d'utilisation. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées
- [4] SABLOCRET, « Béton De Sable – Caractéristiques Et Pratiques D'utilisation », Presses De l'École Nationale Des Ponts Et Chaussées, 1994.
- [5] Rezig, S. Optimisation de la formulation du béton de sable dans le cadre de valorisation des matériaux locaux (Mémoire de magistère, Université Mohamed Khider – Biskra), pp. 8–12
- [6] Gadri, K. (2007). Contribution à l'étude d'un béton de sable avec fibres et résine destiné pour la réparation mince des structures (Mémoire de magistère, Université Mohamed Khider Biskra), 65–66
- [7] Neville, A. M. (2000). Propriétés des bétons. Eyrolles. Paris, France
- [8] DREUX, G.J.Festa, « Nouveau guide du béton et de ses constituants » □ édition Eyrolles, France, 1986.
- [9] Bederina, M. (2007). Caractérisation mécanique et physique des bétons de sables à base de déchets de bois (Thèse de doctorat, École Nationale Polytechnique, Algérie)
- [10] Djoudi, T., Hecini, M., Scida, D., Djeboun, Y., & Guerira, B. (2018). Caractérisation physique et mécanique du bois et des fibres issus d'une palme mûre de palmier dattier. Matériaux & Techniques, 106, 403
- [11] Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS). (2012). Rapport sur la situation du secteur agricole. Biskra, Algérie
- [12] Chehma, A., Longo, H., & Siboukeur, A. (2000). Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier chez les ovins. Recherche Agronomique, 7, 7–15
- [13] Mokhtari, A. (2006). Influence des ajouts de fines minérales sur les performances mécaniques des bétons renforcés

Références

- [14] Djerbi, M. (1995). Le précis de la phéniciculture (192 p.). FAO
- [15] Munier, P. (1973). Le palmier dattier (221 p.). G. P. Maisonneuve et Larose
- [16] Ahmed Ali, F. H. (2005). Palmier dattier : arbre de la vie entre le passé, le présent et le futur. Partie 1. Dare El Arabia
- [17] Peyron, G. (2000). Cultivar le palmier dattier (110 p.). C.I.R.A.D
- [18] Azier, M. W. (2007). Étude comparative de trois pieds mâles de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et l'impact de leurs pollens sur quelques caractéristiques physico-chimiques des dattes, dans la région d'El Maleh (Biskra) [Mémoire d'ingénieur d'État, Université de Biskra]
- [19] Ahmed Ali, F. H. (2005). Palmier dattier : Arbre de la vie entre le passé, le présent et le futur. Partie 2. Dare El Arabia. ISBN 977-258-196-5.
- [20] Bezazi, A., Amroune, S., & Scarpa, F. (2015). Statistical analysis and effect of chemical treatment on the physico-mechanical behavior of fibres from date-palm fruit branches. *Revue des Sciences et de Technologie, Synthèse*, 31, 108–120
- [21] Kriker, A. (2005). Caractérisation des fibres de palmier dattier et propriétés des bétons et mortiers renforcés par ces fibres en climat chaud et sec (Doctoral dissertation, Alger, Ecole Nationale Polytechnique).
- [22] Chakhari, M., Salem, N., & Neji, J. (2023). Optimization of the mechanical and physical properties of lightweight concrete reinforced with date palm and sisal fibers. *Applied Mechanics and Materials*, 913, 15-22.
- [23] Rachedi, M., Kriker, A., & Mokhtari, A. (2017). Contribution à l'étude de la durabilité de mortier de plâtre à base de sable de dunes renforcé par des fibres de palmier dattier. *Journal of Renewable Energies*, 20(2), 243-251.
- [24] Dourdour, D., Behim, M., & Benzerara, M. (2023). Effet des fibres de palmier dattier et de polypropylène sur les caractéristiques du béton auto-plaçant : étude comparative. *Frattura ed Integrità Strutturale*, 17(64), 31–50.
- [25] Benmokrane, B., Elchalakani, M., & Wang, P. (2019). Comportement mécanique du béton renforcé avec des fibres naturelles. *Construction and Building Materials*, 209, 95–105.

Références

- [26] Benmokrane, B., El-Salakawy, E., & Masmoudi, R. (2017). Propriétés mécaniques du béton renforcé par des fibres de palmier dattier. *Construction and Building Materials*, 143, 253–262.
- [27] Whitehurst, E.A. (1966). Évaluation des propriétés du béton à partir des essais soniques. Monographies ACI n° 2, ACI, Detroit (Michigan, États-Unis), 1966.
- [28] Abdullah, S. R. S., et al. (2022). Behavior of Concrete Reinforced with Date Palm Fibers. *Materials*, 15(22), 7923
- [29] Ganesan, K., Rajagopal, K., & Thangavel, K. (2008). Évaluation des propriétés mécaniques du béton renforcé par des fibres naturelles. *Construction and Building Materials*, 22(5), 875–882.
- [30] Siddique, R., & Naqi, A. (2017). Influence des fibres naturelles sur le retrait et la durabilité du béton. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 29(4), 04016256.
- [31] Haimouri, K., Gtatfi, L., & Hamouien, A. (2025). Effet de l’incorporation des fibres de palmier dattier sur le comportement au gonflement et l’absorption d’eau totale du béton de sol stabilisé. *Recueil de Mécanique*, 7(1), 691–697
- [32] Machaka, M., Elkordi, A., Ghanem, H., Khatib, J., & Baalbaki, O. (2019). Selected properties of concrete containing palm fibers. *Academic Journal of Civil Engineering*, 37(2), 279–286.
- [33] Tangchirapat, W., Rattanawong, S., & Chindapasirt, P. (2011). Effect of fiber length and content on properties of fiber-reinforced concrete exposed to acidic environment. *Construction and Building Materials*, 25(2), 705–710.