
Comportement mécanique et hydrique des composites à matrice cimentaire et argileuse à base de diss «*Ampelodesma mauritanica*»

Fertikh. Salah¹, Merzoud. Mouloud^{1*}, Habita. Med.Fouzi¹, Benazzouk. Amar²

¹Laboratoire de Génie Civil, Université Badji Mokhtar Annaba BP 12, Annaba 23000 Algérie

²Laboratoire des Technologies Innovantes (EA 3899), Université de Picardie Jules Verne, IUT département Génie Civil, Avenue des Facultés, 80025 Amiens – France

*Auteur correspondant : e-mail mouloud.merzoud@univ-annaba.org

Résumé : *L'objectif de cette étude porte sur l'examen des potentialités de l'utilisation de fibres de diss broyé, dans une matrice cimentaire, en vue de l'utilisation du composite dans le domaine d'application des bétons légers. Par ailleurs, l'ajout de matières lignocellulosiques entraîne une inhibition de la réaction d'hydratation du ciment, due au relargage de substances hydrosolubles renfermées dans le végétal. Ce phénomène se manifeste par un retard dans la prise, qui affecte le durcissement du composite. Pour pallier cet effet inhibiteur, les fibres de diss ont subi un traitement thermique, et ce afin de neutraliser le relargage des sucres et des constituants hydrosolubles renfermés dans le végétal. Ce phénomène d'incompatibilité du végétal avec des matrices argileuses n'a pas été observé. Des essais comparatifs entre les composites à base de diss naturel et de diss bouilli à matrice cimentaire ont été réalisés pour déterminer les résistances mécaniques.*

Abstract : *The objective of this study relates the examination of the potentialities of the use of crushed diss fibres in a cementitious matrix leads to lightweight concrete.. In addition, the lignocellulosic matter addition involves an inhibition of the reaction of hydration of cement, due to the salting out of water-soluble substances contained in the plant. This phenomenon appears an important initial retardation of setting, which affects the hardening of the composite. To improve the fibres contribution in cementitious composite, we have carried out a treatment by boiling the diss fibres to extract sugars and the soluble substances contained in the plant. This phenomenon of incompatibility of the plant was not observed with argillaceous matrix. Comparison tests between the composites containing natural diss and treated diss with cementitious matrix were carried out to determine the mechanical resistances.*

MOTS CLÉS : *Diss, Ampelodesma mauritanica, composites, végétaux, fibres lignocellulosiques, hydratation, déchets de bois, ciment, argile*

KEYS WORDS : *Diss, Ampelodesma mauritanica, composites, vegetables, lignocellulosic fibers, hydration, wood waste, cement, clay*

1 Introduction

Les fibres végétales sont de plus en plus utilisées comme renfort dans les matériaux de constructions. Elles constituent en effet une ressource renouvelable, naturellement biodégradable, et disposant de nombreuses qualités mécaniques et hydriques. Les plus utilisées sont les fibres libériennes, comme le kénaf, le jute, la ramie, et surtout le chanvre et le lin, qui peuvent dans certains cas se substituer à la fibre de verre. La fibre diss présente aussi des caractéristiques mécaniques très importantes, il a une résistance à la traction de l'ordre de 100 MPa, et une structure épineuse, qui offre une forte adhésion des fibres à la pâte de ciment. L'utilisation du diss dans des composites à matrice cimentaire a été initiée pour la première fois par (Merzoud et Habita 2008), ils ont trouvé que ces composites présentent des résistances en traction par flexion qui varient entre 0.11 pour les composites de diss non bouilli à 3.67 MPa pour les composites à fibres préalablement mouillées, et des résistances à la compression qui varient entre 0.21 pour les composites à base de fibres de diss naturelles à 5.06 MPa pour les composites à base de fibres prémouillées, en plus d'un comportement ductile, puisque les composites ne rompent qu'après quatre à cinq chargements en flexion. Plusieurs traitements ont été aussi utilisés (Merzoud et al, 2008) pour améliorer les caractéristiques mécaniques des composites, puisque les composites cimentaires à base fibres de diss naturel ont présenté des résistances mécaniques très faibles, à cause des composants hydrosolubles renfermés dans la plante, et en particulier les sucres évalués à 62.24% pour le diss non bouilli et quasiment nulles pour le diss bouilli.

L'introduction des fibres végétales dans des matrices a été l'objet de plusieurs recherches, (Pacheco-Torgal F et Jalali S, 2011) ont attiré l'attention des chercheurs sur le choix du bon traitement des fibres pour améliorer la compatibilité entre les fibres et la matrice à court et long terme.

Les fibres végétales sont généralement utilisées comme renfort dans des matrices cimentaires, les fibres utilisées sont généralement courtes. (Silva F.L et al, 2010) ont étudié le comportement mécanique de composites à longues feuilles de sisal à matrices cimentaires ordinaires ou améliorées par le remplacement de 50% de ciment par de l'argile calcinée. Ils ont trouvé que les composites à matrices améliorées ont donné des résistances ultimes à la traction et des déformations plus importantes que les composites à matrices cimentaires, aussi bien en traction directe qu'en flexion.

Des composites renforcés de polymères naturels fabriqués à partir d'algues brunes (alginate) ou de fibres de laine de mouton à matrices argileuses ont fait l'objet d'étude effectuée par (Galán-Marín C et al, 2010). Ils ont trouvé que ces fibres peuvent être utilisées pour renforcer les sols argileux, et la résistance à la compression peut atteindre 4.44 MPa.

Amar Daya H (2004) a utilisé des poussières issues du teillage des fibres de lin comme agrégat dans un composite à matrice cimentaire. Ses travaux ont montré que le traitement à l'eau bouillie des poussières du lin améliore considérablement les résistances mécaniques des composites.

Les composites à base de mélanges de fibres de bois et de polyoléfine réutilisés ont été étudiés par Stancato A.C et col (2005) sous différentes formes et proportions. Les résultats obtenus sont satisfaisants et offrent des matériaux intéressants à base de produits de recyclage

Ledhem A et col ont montré lors de leurs travaux sur composites cimentaires à base de copeaux de bois que le traitement thermique du bois pouvait augmenter les résistances mécaniques, la conductivité thermique, ainsi que les variations dimensionnelles extrêmes des composites

2 Matériaux et méthodes expérimentales

2.1 Matériaux

Le matériau diss utilisé comme granulats dans nos composites, a été broyé avec un broyeur à couteaux à découpe parallèle de type Retsch, avec une maille de 10 mm. Après le broyage, nous avons considéré les fibres comme suit :

- fibres de diss naturel, séchées à l'étuve
- fibres traitées thermiquement à l'eau bouillante, puis séchées à l'étuve
- ciment utilisé est de type CPA CEMI 52.5 (NF P 15-301.
- argile naturelle utilisée par la briqueterie de Treat (Région de Annaba, Algérie).

2.2 Méthodes expérimentales:

La morphologie des différentes fibres a été étudiée par microscopie électronique à balayage (MEB).

Les images au microscope optique ont été réalisées à l'aide d'un vidéo microscope (Controlab®) VH-Z25 muni d'un zoom 25x à 175x, relié à un PC.

Les éprouvettes des composites confectionnées sont conservées pendant 28 jours dans une chambre humide (R.H = 95%, t= 20°C), puis placées à l'étuve à 50°C jusqu'à masse constante.

Les résistances mécaniques en compression et en traction par flexion ont été déterminées, suivant la norme EN 196-1, sur des éprouvettes prismatiques 4 x 4 x 16 cm. Les essais de traction par flexion sont réalisés à l'aide d'un banc d'essai de flexion trois points, équipé d'un système d'acquisition. Les essais de compression sont réalisés sur la moitié des éprouvettes testées en flexion, à l'aide la machine type Perrier 68.7. Les éprouvettes des composites à matrice argileuse ont été testés par une machine de flexion trois points de type Zwick (figure1).

Les essais d'imbibition capillaire ont été réalisés, à température ambiante, sur des éprouvettes de dimensions 40 x 40 x 160 mm, préalablement séchées jusqu'à masse constante. Afin d'assurer un écoulement unidimensionnel et d'éviter tout échange d'humidité avec l'air environnant, les faces latérales ont été imperméabilisées à l'aide d'un film plastique thermorétractable. L'alimentation en eau liquide est assurée en mettant l'une des sections transversales en contact avec

l'eau contenue dans un bac, et le niveau d'eau est contrôlé de façon à rester constant grâce au principe des vases communicants.



Figure 1. *Essais de flexion d'une éprouvette à base de diss à matrice argileuse*

2.3 Formulations

Les masses volumiques apparentes des fibres de diss non traitées et séchées à masse constante sont de l'ordre de 50.3 grammes/litres, et des fibres traitées à l'eau bouillie de l'ordre de 37.5 g/l.

Les formulations utilisées sont résumées sur le tableau 1

Les indications comprenant C : représente la matrice cimentaire, le A : matrice argileuse, N.B : correspond au diss non bouilli, le B : au diss bouilli, les chiffres correspondent aux proportions volumétriques du diss dans le composite.

Les formulations sont représentées par les proportions volumétriques du Diss : Matrice : Eau, respectivement.

Nomenclature	Matrice	Proportions en volume				
		Diss	Ciment	Argile	Eau	Formulation
CD4N.B	Ciment	4	1	/	0.7	4 : 1 : 0.7
CD4B	Ciment	4	1	/	0.7	4 : 1 : 0.7
CD5B	Ciment	5	1	/	0.8	5 : 1 : 0.8
AD1N.B	Argile	1	/	1	0.9	1 : 1 : 0.9
AD1B	Argile	1	/	1	0.9	1 : 1 : 0.9

Tableau 1 Formulations utilisées

3 Résultats et Discussions

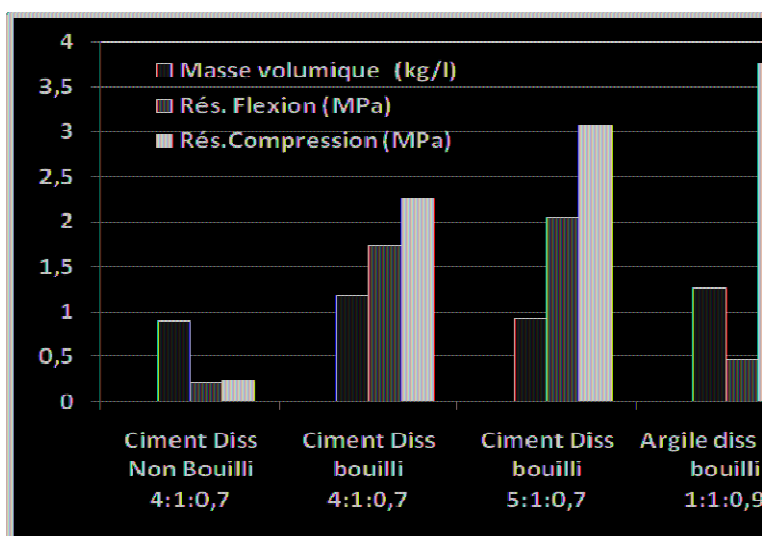


Figure 2. Résistances à la flexion et à la compression des composites pour les différentes formulations.

Les résultats de la figure 2 montrent que le diss non bouilli réagit négativement avec la pâte de ciment, à cause de la présence des sucres et des composants hydrosolubles renfermés dans le diss. L'extraction de ses composants hydrosolubles et des sucres améliore bien les caractéristiques mécaniques des composites. Par contre l'effet inhibiteur des substances relarguées par les fibres de diss avec la matrice cimentaire n'influencent pas les caractéristiques mécaniques, bien au contraire les résistances mécaniques en flexion et en compression sont plus importantes avec le diss non bouilli. Ceci montre que l'argile est une matrice inerte, qui n'interagit pas avec la présence des sucres, contrairement à la pâte de ciment qui

interagit négativement sur durcissement du composite, qui affecte considérablement les résistances mécaniques.

On constate également que les composites contenant les proportions de diss égales à 5.0 ont donné des résistances plus importantes que les composites ayant les proportions de diss égales à 4.0, ceci montre que les fibres contribuent bien à la résistance à la flexion, qui est souvent la caractéristique la plus recherchée dans de tels matériaux.

Les résultats des absorptions par capillarité et par immersion des composites à matrices cimentaires sont représentés sur la figure 3.

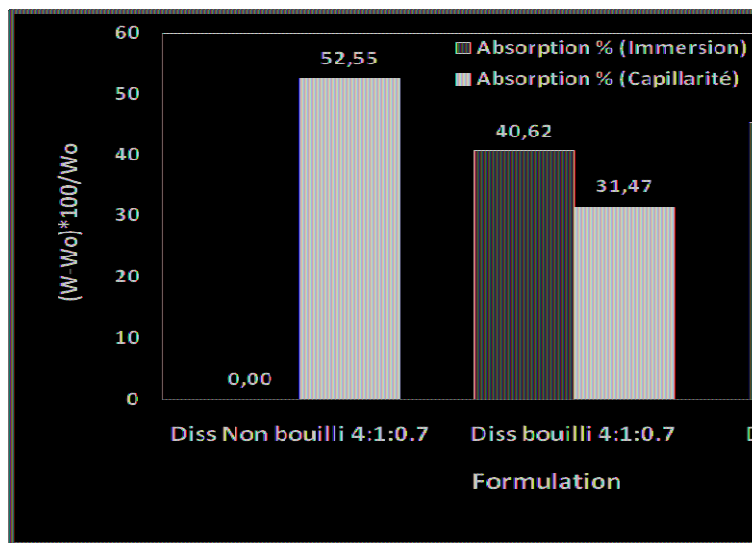


Figure 3. Comparaison des absorptions par capillarité ou par immersion dans l'eau des composites à matrice cimentaire

Les absorptions par immersion sont nulles pour les composites de diss non bouilli, puisqu'ils n'ont pas pu supporter un excédent d'eau, et que le ciment contenu dans le composite n'a pas pu s'hydrater à cause des sucres qui ont retardé la prise et le durcissement du ciment, qui a perdu ses caractéristiques de liant actif. Mais on constate en revanche pour ces mêmes composites une très forte absorption par capillarité, ceci montre que la pâte de ciment n'a pas bien adhéré aux fibres de diss, malgré la présence des épines sur toutes leur surface.

En revanche pour les composites de fibres de diss bouillies, les absorptions par immersion et par capillarité sont plus importantes pour les composites ayant les proportions de fibres de diss égales à 5.0 que ceux ayant des proportions égales à 4.0, ceci peut être expliqué par le fait les absorptions sont proportionnelles aux proportions de fibres de fibres utilisées.

Les résultats finaux des variations dimensionnelles de séchage et extrêmes sont représentés pour les composites de diss à matrice cimentaire sur la figure 4. Ils représentent les valeurs extrêmes obtenues quand la masse de l'échantillon devient constante.

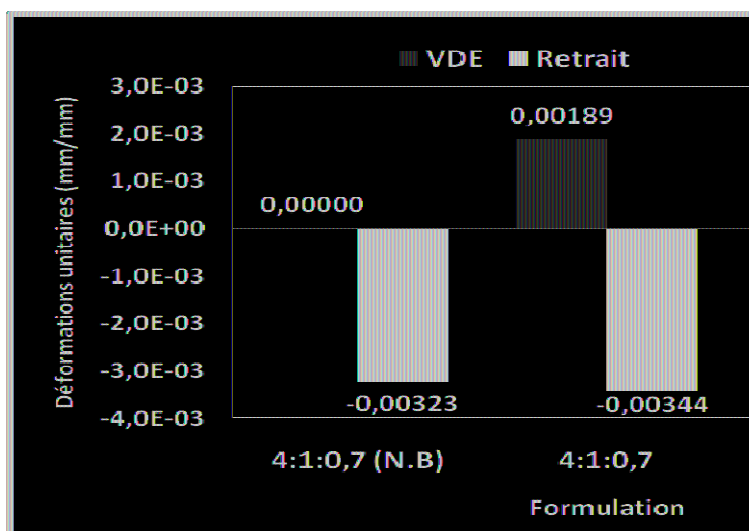


Figure 4 Déformations unitaires dues au retrait et aux Variations Dimensionnelles extrêmes des composites à matrice cimentaire

On constate d'après la figure 4 que les variations dimensionnelles extrêmes sont nulles pour le diss bouilli, puisque ce composite n'a pas pu résister dans l'eau, et même pendant la cure, le composite n'a pas durci pendant les vingt huit jours passé à la chambre humide. Ceci est lié à la présence des sucres et des hydrosolubles dans les fibres de diss, causes du retard de prise et de durcissement.

Par contre au niveau du retrait par séchage, les composites de diss naturel ont observé des retraits moyens moins importants que les composites de diss bouilli, dû certainement à l'eau qui est restée emmagasinée plus longtemps dans les fibres.

4 Conclusions

L'élaboration de composites à partir des fibres de diss peut être bien optimisé en faisant des choix dans la sélection du matériau de base, et aussi la matrice, le traitement et les tests, sur la base de la disponibilité du matériau, des coûts et des répercussions environnementales, et des comportements mécaniques, hydriques et thermiques escomptés.

La raison de cette recherche est l'avantage environnemental perçu des fibres naturelles, de leur abondance et de leur coût. Cette étude a pour objectif d'améliorer les propriétés mécaniques des matériaux composites fabriqués à de fibres naturelles de la région de Annaba. Nous avons pu déjà trouver que les composites de fibres de diss à matrice cimentaire sont plus économiques, puisque les fibres n'ont pas besoin de traitement thermique, elles peuvent être utilisées après simple broyage pour en dispenser de fibres très fines, qui adhèrent bien à la matrice.

Comme toutes les fibres naturelles, les fibres de diss traitées pour des matrices cimentaires, et naturelles pour les matrices argileuses offrent au composite une très bonne ductilité en plus de la légèreté, caractéristiques importantes pour les remplissages des structures soumises aux charges sismiques.

Les composites de fibres de diss à matrices cimentaires ont donné des variations dimensionnelles extrêmes de l'ordre 1.8 mm/m, acceptables pour des matériaux de remplissages.

Les caractéristiques mécaniques des composites à base de diss à matrice argileuse peuvent aussi être améliorées par l'ajout de proportions de fibres, et même aussi par l'ajout de différentes proportions de chaux éteinte dans la matrice.

5 Bibliographie

- Aamr-Daya H, Contribution à la valorisation de coproduits du lin, poussières obtenues par aspiration lors du teillage, dans une matrice cimentaire, Thèse de l'Université de Picardie Jules Verne, Septembre 2004.
- Galán-Marín C, Rivera-Gómez c, Petric J « Clay-based composite stabilized with natural polymer and fiber, Construction building and materials, 24(2010) 1462-1468.
- Ledhem A, Dheilily R.M, Benmalek M.L, Quéneudec M. Properties of wood-based composites formulated with aggregate industry waste, Construction and Building Materials 14 (2000), 341-350.
- Merzoud M, Dheilily R.M, Goullieux A, Quéneudec M, Habita M.F « Optimisation of Lignocellulosic Composite formulated with a local resource :The Diss (*Ampelodesma mauritanica*), Proceeding of the 7th International Congress 8-10 July 2008, Dundee Scotland, U.K, Edition IHS BRE presse, ISBN-13: 978-1-84806-037-1, pp 651-660

XXIX^e Rencontres Universitaires de Génie Civil. Tlemcen, 29 au 31 Mai 2011

- Merzoud M, Habita M.F « Elaboration and characterization of cementitious composites with diss fibres as masonry units », *Asian Journal (Building and Housing* ISSN 1563-0854, August 2008, Vol 9, NO.4, pp 367-377
- Merzoud M, Habita M.F «Elaboration de composite cimentaire à base de diss « *Ampelodesma Mauritanica* », *Journal Afrique Science*, Vol 4 (2), 2008 pp.
- Pacheco-Torgal. F, Jalali .S “Cementitious building materials reinforced with vegetable fibres: A review”, *Construction building and materials*, 25(2011) 575-581.
- Silva. F.A, Toledo Filho.R.D, Melo Filho.J.A, Rego Fairbairn.E.M “Physical and mechanical properties of durable sisal fiber-cement composites”, *Construction building and materials*, 24(2010) 777-785.
- Stancato A.C, Burke, A.K, Beraldo A.L, Mechanism of a vegetable waste composite with ploymer-modified cement (VWCPMC), *Cement and Concrete Composites* 27 (2005) 599-603.