

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas- Sétif 1

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : Mécanique de Précision

Spécialité : Mécanique des matériaux

Mémoire de Master

Elaboration et caractérisations d'un composite plâtre/fibre végétale

Etudié par : Midoune Katia

Dirigé Par : Dr. Mouhoubi Sabira.

Pr. Osmani Hocine.

Devant le jury :

Dr FACI Abdelaziz (Président)

Dr GRIDI Oumessaad (Examineur)

Soutenue le : 03/07/2023

Table des matières

Liste des figures	iv
Liste des tableaux	v
Résumé	vi
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1	Introduction	3
I.2	Constituants d'un composite :	3
I.2.1	Matrice	3
I.2.2	Renfort.....	4
I.3	Fibres végétales	4
I.3.1	Classifications des fibres végétales	6
I.3.2	Caractéristiques chimiques des fibres végétales	7
I.3.3	Caractéristiques des fibres végétales :.....	9
a.	Caractéristiques physiques des fibres de Diss	10
a.	Composition chimique des fibres de Diss	11
B.	Fibre de sisal :	12
a.	Caractéristiques physiques des fibres de sisal	13
I.4	Plâtre	13
I. 4. 1.	Origines de plâtre.....	14
I. 4. 2.	Produits de déshydratation de sulfate de calcium.....	14
I. 4. 3.	Propriétés du plâtre	16
I.5	Quelques études faites sur des bio-composites à base de plâtre	19
I.6	Conclusion :	21

Chapitre II : Techniques expérimentales11

II. 1	Introduction	22
II. 2	Présentation des constituants de composite	22
II. 2. 1	Plâtre	22
II. 2. 2	Renforts végétaux :	22
II. 3	Méthodes expérimentales	23
II. 3. 1.	Préparation des fibres de Diss	23
II. 3. 2.	Extraction des fibres végétales	23

II. 4	Mise au point des matériaux	25
1.	Préparation des éprouvettes de plâtre :	25
2.	Préparation des composites	25
II. 5	Caractérisation physique.....	26
1.	Prise.....	26
II. 6	Caractérisation mécanique.....	27

Chapitre III : Discussion et résultats

III.1	Introduction.....	30
III.2	Prise.....	30
III.3	Propriétés mécaniques	31
III. 3. 1	Plâtre brut	31
III. 3. 2	Les composites	34
1.	Configuration dans les fibres à face de compression.....	36
2.	Configuration dans les fibres à face de traction.....	37
a.	Plâtre/diss traité par NaOH :.....	40
1.	Renfort traité avec NaOH+ NaClO.....	41
III. 3. 3	Analyse des faciès de rupture	42
Conclusion générale		45
Les perspective.....		Erreur ! Signet non défini.
Référence.....		48

Liste des figures

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

Figure I. 1 : Classification des composites .	3
Figure I. 2 : Les différents types de matrice pour composite.	4
Figure I. 3 : Classification des renforts selon leurs origines	4
Figure I. 4 : Structure des fibres végétales.	5
Figure I. 5 : Représentation schématique de l'orientation des microfibrilles au sein de la paroi secondaire	6
Figure I. 6 : Organigramme de la classification des différentes fibres végétale	6
Figure I. 7 : Structure de cellulose	7
Figure I. 8 : Principaux glucides constituant les hémicelluloses.	8
Figure I. 9 : Structure de la pectine.	8
Figure I. 10 : Motifs élémentaires de la lignine.	8
Figure I. 11 : Toffee de la plante de diss (<i>ampélodesmos mauritanicus</i>).	9
Figure I. 12 : Variation de la contrainte à la rupture des fibres de Diss en fonction du temps de traitement alcalin (5% de NaOH)	11

Chapitre II :

Techniques expérimentales

Figure II. 1 : Essai de flexion sur des éprouvettes de plâtres saturés en eau.	18
Figure II. 2 : Influence de taux de gâchage sur la densité.	17
Figure II. 3 : Influence du taux de gâchage sur les résistances mécaniques.	18
Figure II. 4 : Toffee de plante de Diss (<i>ampélodesmos mauritanicus</i>).	22
Figure II. 5 : Fibres de sisal (Filasse).	23
Figure II. 6 : Démonstrations des traitements appliqués	24
Figure II. 7 : Etapes principales d'élaboration des éprouvettes de plâtre.	25
Figure II. 8 : Etapes principales d'élaboration des composites.	26
Figure II. 9 : Appareil de Vicat.	27
Figure II. 23 : Le dispositif de flexion trois utilisé pour les essais mécaniques.	28
Figure II. 24 : Éprouvette de flexion	29
Figure II. 25 : Les différentes dispositions des éprouvettes.	29

Chapitre III :

Discussion et résultats

Figure III. 1 : Exemple de prise pour rapport E/P=0.6	30
Figure III. 2 : Effet du rapport E/P.	31
Figure III. 3 : Exemple de courbe contrainte-déformation de taux de gâchage 0.7.	32
Figure III. 4 : Courbes contrainte déformation de taux de gâchage.	32
Figure III. 5 : Faciès de rupture des éprouvettes de plâtre brute.	33
Figure III. 6 : Courbe de contrainte moyenne en fonction de pourcentage d'eau.	33
Figure III. 7 : Courbe de module de Young moyenne en fonction de pourcentage d'eau.	34
Figure III. 8 : Le comportement de composite pour le même taux de gâchage 0.9	35
Figure III. 9 : Les configurations de disposition des fibres. A) configuration dans les fibres à face de compression. B) configuration dans les fibres à face de traction.	35

Figure III. 10 : Évolution de la contrainte de flexion des composites plâtres sisal pour deux taux de gâchage (fibres dans la face en compression).....	36
Figure III. 11 : Évolution de la contrainte de flexion des composites plâtres sisal pour deux taux de gâchage (fibres dans la face en compression).....	37
Figure III. 12 : Évolution de la contrainte de flexion des composites plâtres sisal pour deux taux de gâchage (fibres dans la face en compression).....	38
Figure III. 13 : Courbe de contrainte moyenne en fonction de pourcentage d'eau pour les composites (plâtre/sisal).	38
Figure III. 14: Courbe de module de Young moyenne en fonction de pourcentage d'eau pour composite (plâtre / sisal).	39
Figure III. 15: Le comportement de composite pour le même taux de gâchage (plâtre/ Diss).	40
Figure III. 16 : la variation de la contrainte à la rupture des composite Plâtre/Diss traité avec (DTN).	41
Figure III. 17 : pour taux de gâchage 0.9 (plâtre-Diss).	41
Figure III. 18 : La variation de la contrainte moyenne en fonction de la configuration des fibres aux traitements (NaOH + NaClO).....	42
Figure III. 19 : Faciès de rupture des composites.....	43
Figure III. 20 : Faciès qui montrent le délaminage.	44
Figure III. 21 : Faciès de rupture des composites.....	44

Liste des tableaux

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

Tableau I. 1: Propriétés de quelque fibres végétales	9
Tableau I. 2 : La densité de la fibre de Diss.	10
Tableau I. 3 : La composition chimique des fibres de Diss.....	12
Tableau I. 4 : Plante de sisal (agave sisalana).	12
Tableau I. 5 : Les propriétés physiques des fibres de sisal.	13
Tableau I. 6 : Les constitutions des fibres de sisal	13
Tableau I. 7 : Phases de déshydratation du gypse	15

Chapitre II :

Techniques expérimentales

Tableau II. 1 : Propriétés du plâtre utilisé.	22
---	----

ملخص

يعتبر الجص مادة مثالية للاستخدام في المنازل. و هذا مرتبط بإعداده السريع وخفته ومقاومته للحريق وقابليته لإعادة التدوير وكذلك سعره المنخفض نسبياً. ومع ذلك فإن نقاط ضعفه الرئيسية هي هشاشته وقوته الميكانيكية المنخفضة وانكساره المفاجئ. إن إضافة الألياف، وخاصة النباتية، إلى الجص، يعطي هذا الأخير مقاومة ميكانيكية جيدة، تقضي على انكساره الكارثي، وفوق كل هذا لا يؤثر هذا الدمج على خصائصه الحرارية ويدعم قابليته للتحلل الحيوي.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو أولاً تطوير مركب مصفوفة من الجبس مقوى بألياف السيزال. و فحص تأثير هذا الدمج على سلوك الجص. ومن ناحية أخرى سنحاول استبدال هذه الألياف الاستوائية بألياف من نبات محلي هو الديس (*ampelodesmos mauritanicus*). قصد إعطاء قيمة مضافة لهذا النبات. إن النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة للغاية.

الكلمات المفتاحية: مادة مركبة، جص، ألياف نباتية، ديس، سيزال.

Abstract

Gypsum is considered the ideal material for use in homes. This is due to its rapid setting, light weight, fire resistance, recyclability and relatively low price. Its main weaknesses, however, are its brittleness, poor mechanical strength and sudden breakage. The addition of plant fibers to gypsum gives it very good mechanical strength, a high degree of toughness that eliminates catastrophic breakage, and above all, this incorporation does not affect its hygrothermal properties and supports its bio-degradability.

The main objective of this study is to develop a gypsum matrix composite reinforced with sisal fibers. Consequently, to examine the impact of this incorporation on the behavior of the plaster. On the other hand, we will try to substitute this tropical fiber with one from a local plant, Diss (*ampelodesmos mauritanicus*). The aim is to add value to this fiber, which has never been used in this context. The results obtained are very encouraging.

Key words: Composite, Gypsum, Plant fiber, Diss, Sisal.

Résumé

Le plâtre est considéré comme matériau idéal pour une utilisation dans les habitations. Cela, est relié à sa prise rapide, sa légèreté, sa résistance au feu, son caractère recyclable et également son prix relativement bas. Cependant, ses principaux points faibles sont sa fragilité, sa faible tenue mécanique et sa rupture brutale. L'ajout des fibres notamment végétales au plâtre, confère à ce dernier une très bonne résistance mécanique, une ténacité très importante qui élimine sa rupture catastrophique, et surtout cette incorporation n'affecte pas ces propriétés hygrothermiques et soutient sa bio-dégradabilité.

L'objectif majeur de cette étude est d'une part élaborer un composite à matrice plâtre renforcé des fibres de sisal. Par conséquent, examiner l'impact de cette incorporation sur le comportement du plâtre. D'autre part, nous allons essayer de substituer cette fibre tropicale par une fibre provenant d'une plante locale qui est le Diss (*ampelodesmos mauritanicus*). Dans l'optique de valoriser cette fibre jamais employée de ce contexte. Les résultats ainsi obtenus sont très encourageants.

Mots clés : Composite, Plâtre, Fibre végétale, Diss, Sisal.

Introduction générale

Le plâtre est un matériau de construction bon marché largement utilisé dans le bâtiment dans la construction de systèmes de cloisons interne, le revêtement mural, les produits décoratifs... etc. Au cours de son cycle de vie, il ne produit pas de radioactivité significative, ne contribue pas à la destruction de la couche d'ozone, sa pollution est exiguë et il ne produit pratiquement pas de déchets dangereux.

Les réserves mondiales en gypse naturel utilisé dans la fabrication du plâtre sont estimées à 2,6 milliards de tonnes. L'Algérie dispose d'abondante ressource en gypse naturelle. En addition, cette source n'est pas exclusive, car le gypse synthétique et les produits de recyclage constituent également une matière première qui réduit l'exploitation du gypse naturel. Les émissions de dioxyde de carbone liées à la production de gypse sont les plus faibles de toutes les industries, comparées à celles des produits chimiques, de l'acier et du verre, etc.

Le plâtre est considéré comme matériau idéal pour une utilisation dans les habitations. En effet, il présente des propriétés intéressantes telles que la facilité de mise en œuvre, la résistance au feu et la durabilité. Cependant, ses principaux points faibles sont sa fragilité, sa faible tenue mécanique et sa rupture brutale. L'ajout des fibres notamment végétales au plâtre, confère à ce dernier une très bonne résistance mécanique, une ténacité très importante qui élimine sa rupture catastrophique, et surtout cette incorporation n'affecte pas ces propriétés hygrothermiques et soutient sa biodégradabilité.

À ce jour, à l'échelle industrielle et sur le marché Algérien, les fibres utilisées pour renforcer les matériaux de construction sont majoritairement synthétiques. Il s'agit des fibres de verre, des fibres métalliques et des fibres polymères (ex. polypropylène). Par ailleurs, les fibres naturelles utilisées dans ce contexte sont importées, telle-que les fibres de chanvre, les fibres de Jute et les fibres de sisal.

Les fibres végétales peuvent améliorer les propriétés mécaniques du composite, en augmentant sa résistance à la traction, à la flexion et à l'impact. Elles peuvent également aider à réduire la fissuration du plâtre en renforçant sa structure. L'incorporation du plâtre avec les fibres végétales, fait naître un matériau composite à la fois solide, léger, résistant et écologique. Il offre de nombreuses possibilités de conception, car il peut être moulé dans différentes formes et textures. De plus, il peut être peint, teinté ou recouvert de vernis pour obtenir un aspect esthétique souhaité.

Ce matériau trouve des applications diverses, allant des éléments de décoration intérieure aux éléments de construction structurelle. Par exemple, il peut être utilisé pour la réalisation de panneaux muraux, de plafonds suspendus, de corniches, de colonnes et de mobilier. Il offre une alternative intéressante aux matériaux traditionnels tels que le plâtre seul ou les composites à base de fibres synthétiques.

L'objectif de ce mémoire est l'étude de divers matériaux composites à matrice de plâtre renforcé par les fibres végétales (Diss et sisal). Plus précisément notre démarche repose sur la connaissance du comportement de plâtre hydraté. Afin de déterminer son comportement mécanique dans le but d'améliorer l'adhésion à l'interface fibre/matrice et d'étudier le comportement mécanique de tels composites.

Pour mener à bien ce travail, nous avons commencé au premier chapitre par une synthèse bibliographique extrêmement bref sur les composites, quelques notions sur les fibres végétales, ainsi certaines généralités sur le plâtre.

Ensuite, nous avons présenté au second chapitre les différentes procédures expérimentales utilisées pour l'élaboration et la caractérisation des différents matériaux objets de cette étude. Les résultats obtenus sont interprétés et discuter dans le dernier chapitre

Le mémoire est accompli par une conclusion générale avec quelques perspectives envisagées.