REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Civil

Spécialité : Matériaux en Génie Civil

Propriétés physico-mécanique et thermique d'un éco-matériau de construction a base des fibres Posidonie oceanique

Présenté par

Mr Bouziani Tarek

Mr Barboucha chamsedinne

Proposé et Dirigé par

Dr .GUENDOUZ Mohamed

Mme. BENHADJ TAHAR Dhouha

Promotion Juin 2021

Remerciements

Tout d'abord, Nous tiens à remercier ALLAH, le clément et le miséricordieux de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Ce n'est pas qu'il est difficile de remercier tous ceux qui ont participé de prés ou de loin à ce travail, mais il faut avouer que les formules sont nombreuses et que le choix des bons mots a été toujours difficile. Entre vifs, sincères, profonds et nous passons les obscures subtilités de la langue française, le choix de la formule de remerciements est difficile. Nous tiens à remercier :

Notre encadreur Mr. ***GUENDOUZ MOHAMED****, d'avoir accepté de nous encadrer, et pour ses conseils précieux pendant la réalisation de ce travail. Pour l'honneur qu'il m'a fait d'encadrer ce travail, pour sa disponibilité, pour son écoute, pour l'aide très précieuse et l'intérêt constant qu'il a bien voulu montrer pour ce travail qu'il a guidé par de judicieux conseils, qui a bien su me communiquer pour mener au mieux cette étude. Un grand merci aussi au Madame BENHADJ TAHAR DHOUHA.*

Un grand merci est adressé à tous les ingénieurs et les travailleurs du hall pour leurs aides et disponibilités.

Mes sincères remerciements vont également à tous les enseignants du département de Génie civil de l'université de Médéa, qui nous ont offert tout ce savoir.

Et nous n'oublions certainement pas nos parents nos amis ainsi tous ceux qui nous ont aidés dans notre tâche, nous leur dirons merci.

Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

CHEMSEDDINE/TAREK

Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

C'est avec un trés grand honneur que je dédie ce modeste travail à :

En premiére lieu, nous tenons à remmercier « ALLAH »qui nous a donné le courage et la volonté

Pour terminer ce travail .

Voici ma mére qui a écrit ces beaux mots et expressions et formulé la meilllure à la veille s'il vous plait briser stylos et pleurer pour son incapacité à concervoir votre droite.

Voici mon pére chaque goutte de sueurs est venu à vous et votre peine sur les paumes de mon éducation et a toujours tendu une main secourable à moi à tout moment et faire pas des phrase exprime l'tendue de mon amour et de gratitude.

A mes grande parents que je leurs souhaite une longue vie

A mes cher frères Wassim et Radhi, qui toujour tendu une main secourable à moi tout temps et nos frérs dans le champ de fleur et des sourires pour toutes les saisons et aveugle sur le sens de la vie est belle je vous souhaite beaucoup de succés dans votr vie.

A ma chère sœur Meissem, qui réjouit mon cœur toujours frais et j'espére que ses paroles d'ALAH tout puissant qui le protège et l'aider dans ses études.

A toute la famille « Bouziani »Sans exception.

Je remercie mon ami et collège dans ce travail, Chamsedinne qui a contribué à la réalisation de ce Modeste travail et à toute sa famille.

A mes amies qui on partagé avec moi Les bonnes et les mauvais moments à l'université.

A tous mes collègues de 2éme années Master génie civil « Matériaux de construction, Géotechnique, Structure ».

Enfin ; Je dédie : A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Tarek

Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

C'est avec un trés grand honneur que je dédie ce modeste travail à :

En premiére lieu, nous tenons à remmercier « ALLAH »qui nous a donné le courage et la volonté

Pour terminer ce travail .

Voici ma mére qui a écrit ces beaux mots et expressions et formulé la meilllure à la veille s'il vous plait briser stylos et pleurer pour son incapacité à concervoir votre droite.

Voici mon pére chaque goutte de sueurs est venu à vous et votre peine sur les paumes de mon éducation et a toujours tendu une main secourable à moi à tout moment et faire pas des phrase exprime l'tendue de mon amour et de gratitude.

A mes grande parents que je leurs souhaite une longue vie

A mes cher frères, qui toujours tendu une main secourable à moi tout temps et nos frères dans le champ de fleur et des sourires pour toutes les saisons et aveugle sur le sens de la vie est belle je vous souhaite beaucoup de succès dans votre vie.

A ma chère sœur Afaf, qui réjouit mon cœur toujours frais et j'espère que ses paroles d'ALLAH tout puissant qui le protège et l'aider dans ses études.

A toute la famille « BERBOUCHA »Sans exception.

Je remercie mon ami et collège dans ce travail, Tarek qui a contribué à la réalisation de ce Modeste travail et à toute sa famille.

A mes amies qui on partagé avec moi Les bonnes et les mauvais moments à l'université.

A tous mes collègues de 2éme années Master génie civil « Matériaux de construction, Géotechnique, Structure ».

Enfin ; Je dédie : A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Chamseddine

ملخص

الهدف الرئيسي من هذا المشروع هو المساهمة في تثمين نفايات نبتة بوسيدونيا المحيطية و دمجها بشكل حجمي في كتلة الملاط بنسب مختلفة)(1٪، 2٪، 3٪، 4٪) مع دراسة خصائصها في الحالة الرطبة و في الحالة الصلبة ومقارنتها مع ملاط عادي .

وقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن تدفق الملاط بانخفاض بزيادة النسبة المئوية لبوسيدونيا المحيطية.من جهة اخرى أظهرت النتائج أن الخصائص الميكانيكية والحرارية للملاط قد تحسنت . لذلك فمن الممكن الحصول على مواد البناء الجديدة التي يمكن استخدامها لأنواع مختلفة من عناصر البناء.

Résumé

L'objectif principal de ce projet consiste à valoriser les déchets de la Posidonie océanique et les incorporés dans la masse du mortier de ciment en filées avec des pourcentages (1%,2%,3% et 4%).

Les propriétés à l'état frais et à l'état durci des différents mélanges réalisés ont été analysées et comparées aux mortiers témoin respectifs.

Les résultats obtenus montrent que la maniabilité du mortier est diminuée en fonction d'augmentation de pourcentage de déchets de la Posidonie océanique. Par ailleurs les performances mécaniques et thermiques de mortier sont améliorées. Donc, il est possible d'obtenir un nouveau éco-matériau de construction utilisable pour différents types d'éléments de construction**.**

Abstract

The main objective of this project is to valorization of the oceanic Posidonia waste and incorporate it into the mass of the mortar (with an addition of fiber (1%, 2%, 3% and 4%).The properties in the fresh state and in the hardened state of the various mixtures produced were analyzed and compared with the respective control mortars.

The results obtained show that the workability of the mortar is reduced with an increase in the percentage of waste from Oceanic Posidonia. In addition, the mechanical and thermal performances of mortar are improved. So, it is possible to obtain a new eco-building material that can be used for different types of building elements.

Liste des symbole et Abréviations

Liste des Symbole et des Abréviations

FFOM : Fraction fermentescible des ordures ménagères

DIS : Déchets industriels spéciaux

DMS : Déchets ménagers spéciaux

D.I.B. : Les déchets industriels banals

PS : Polystyrène

PVC : Chlorure de polyvinyle

PE : Polyéthylène

PP : Polypropylène

PEBD : Polyéthylène basse densité

PEHD : Polyéthylène haute densité

PET : polyéthylène téréphtalate

PC : Polycarbonate

POM : Polyacétals ou polyoxyméthylène

PA : Les polyamides

PUR : Polyuréthanes

PF *:* Phénoplastes

MF : Aminoplastes

PMMA : poly (méthacrylate de méthyle)

PTFE : polytétrafluoréthylène

PCB : polychlorobiphényles

COV : Composés organiques volatils

BS : Béton de sable

E/C : Eau/Ciment

C : Dosage en ciment

C_2S : Silicate bicalcique (belite)

C_3A : Aluminate tricalcique

C_3S : Silicate tricalcique (alite)

C_4AF : Aluminate-ferrite tétracalcique

$CaCO_3$: Carbonate de calcium

Al_2O_3 : Oxyde d'Aluminium

Fe_2O_3 : Oxyde de fer

Cao : Oxyde de calcium

S_iO_2 : Silicium

MgO : Magnésium

Dmax **:** Diamétre maximale des granulats

G/S: Gravillons sur sable

ES : Equivalent de sable

R7j : Résistance à 7 jours

R28j : Résistance à 28 jours

R90j : Résistance à 90 jours

DRX : Diffractomètre au rayon X

MEB: Microscope électronique à balayage

V : Volume des vides du mélange granulaire ;

V_0 : Constante expérimentale comprise entre 0,7 et 0,8 ;

D : La dimension du plus petit grain de l'étendue granulaire

M sable: masse nécessaire pour 1 m^3 du béton de sable.

MVA sable : masse volumique absolue du sable.

S_i : dosage en sable après correction

S_{i-1} : dosage en sable avant correction MVAT, MVAR : les masses volumiques du béton théorique et réel

MV sable : masse volumique absolue du sable

V : le volume d'eau à rajouter ou à retrancher selon l'écoulement

CPA CEM I 42.5 : Ciment Portland ordinaire de Classe 42,5

ρ : masse volumique apparente (kg.m-3)

ρs : masse volumique absolue (kg.m-3)

λ : Conductivité thermique (W/m°C)

M : Moment de flexion entre les deux points d'application de la charge

I : Moment d'inertie de la section transversale

v : La distance de la fibre la plus éloignée

R_C: Résistance à la compression en (MPa)

F_C: Charge de rupture en (N);

b: Côte de l'éprouvette

ε : porosité totale (%)

M_{air} : La masse d'éprouvette imbibée pesé dans l'air

M_{sec} : La masse d'éprouvette sec

M_{eau} : La masse d'éprouvette immergée dans l'eau

BSBHT : Béton de sable de BAHBAH témoin (sans poudre plastique)

BSBH MC : Béton de sable BAHBAH à base du Marc de café

BSCNT : Béton de sable de Concassage témoin

BSCN MC : Béton de sable de Concassage à base du Marc de café.

ΔL : Variation de longueur par apport à la longueur origine,

L0 : Longueur de base, prise égale à 160mm.

Δ**M** : Variation de masse par apport à la masse au moment du démoulage,

M : Masse de l'éprouvette au moment du démoulage.

Po : Posidonie oceanique

sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résume

ملخص

Abstract

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Listes des symboles et des abréviations

Introduction général

CHAPITRE 01 : SYNTESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Introduction ……...08

1.2 Le mortier du ciment.....…….09

1.2.1 Introduction ……09

1.2.2 **-** Qu'est-ce que le mortier ? ……..…….....…….10

1.2.3 Types de mortier……...……10

1.2.3.1 Mortier de Ciment……...10

1.2.3.2 Mortier de chaux…….....11

1.2.3.3 Mortier bâtard…….11

1.2.3.4 Mortier de hourdage de maçonnerie……..11

1.2.3.5 Mortier fabriqué sur chantier…….11

1.2.3.6 Mortier industriel……...……11

1.2.4 Domaines d'utilisation des mortiers.....….....12

1.2.4.1 Mortiers pour chape ……..12

1.2.4.2 Mortiers ET coulis de réparation……..……12

1.2.4.3 Mortiers de scellements et calages ……...……12

1.2.5- Les mortiers de chantier ET les mortiers prêts à l'emploi.....…...13

1.2.6- Les emplois des mortiers … ……..…….……14

1.2.7- Les coulis……..……..14

1.2.8- Les techniques particulières…….....15

1.2.9 Valorisation des déchets de fibres dans les matériaux à base cimentaire ……16

1.2.10 Influence de déchet de Posidonie sur les propriétés des matériaux cimentaire….....16

1.2.11 Développement des composites Ciments à base de Posidonie Oceanique Conférence Papier · May 2011……17

1.2.12 Effet de la masse volumique et du traitement chimique sur la conductivité thermique des fibres et comparaison des valeurs expérimentales avec un modèle reliant la conductivité thermique à la masse volumique……18

1.2.13 Comparaison des fibres de Posidonie-Oceanique avec des matériaux d'isolation courants…….....20

1.2.14 Conductivité thermique……..21

1.2.15 Effet de la variation de la masse volumique et des conditions opératoires sur la conductivité thermique des matériaux d'isolation…….22

1.3. *Posidonie-Oceanique…….……23*

1.3.1. Definition ….....23

1.3.2 La source.....27

1.3.3 Les Types……29

1.3.3.1 Les types d'herbier à Posidonie oceanique……29

1.3.3.2 L'herbier de plaine ……30

1.3.4 La classification ……30

1.3.5 Composition chimique ……...33

1.3.6 Utilisation ……34

1.4 Conclusion ……..35

CHAPITRE 02 : MATERIAUX ET ESSAIS

2.1 Introduction……..38

2.2 Matériaux utilisés…….38

2.2.1 Le sable…….....38

2.2.2 Ciment 41

2.2.3 Adjuvant……..44

2.2.4 Eau de gâchage.....44

2.2.5 Posidonie 44

2.3 Composition des mélanges.....45

2.4 Malaxage et conservation…….....46

2.5 Essais réalisés à l'état frais….. ……...47

2.5.1 La maniabilité……..48

2.6 Fabrication et confection des éprouvettes…….....49

2.7Essais sur Mortier durci ……50

2.7.1 Essais de compression ……50

2.7.2 Essais de traction ……51

2.7.3 Les propriétés thermiques……51

2.8 Variables étudiées ……..53

2.9 Conclusion ……....54

CHAPITRE 03: RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

3.1 Introduction ..... .56

3.2 Influence de déchets la Posidonie oceanique sur le comportment des mortiers ...56

3.2.1 Caractéristiques du mortier à l'état frais…….……56

3.2.1.1 Etalement……56

3.2.1.3 La densité 56

, 3.2.2 Caractéristique du BSF à l'état durci……...57

- Résistances à la compression.....58
- La résistance à la traction par flexion ……..59
- Conductivité thermique……..60

3.3 Conclusion……61

Conclusions générales……...63

Recommandations……65

Références bibliographiques ……...67

Annexe ……..74

Liste des Tableaux

Liste des Tableaux

Tableau 1.1 Composition chimique des fibres de Posidonie …….33

Tableau 1.2 Composition chimique des feuilles de Posidonie ……...34

Tableau 2.1 Caractéristiques physiques des sables utilisés…….40

Tableau 2.2 Composition chimique des ciments MATINE……42

Tableau 2.3 Composition minéralogique des ciments MATINE……43

Tableau 2.4 Essai physiques sur le ciment MATINE……..….43

Tableau 2.5 Composition des mélanges réalisés (pour 1 m³) (***** % par rapport à la masse du Ciment……...46

Tableau 2.6 Essais sur bétons frais…….41

Tableau 2.7 compositions des bétons de sable fluide à base de fibres de Posidonie oceanique pour (1 m^3) ……..48

Liste des Figures

Liste des figures

Fig.1.1 Béton Mortier 10

Fig.1.2 Les mortiers pour chapes ……11

Fig. 1.3 : Les mortiers et coulis de réparation ……..12

Fig.1.4 Machine à projeter équiper de lance ……...15

Fig. 1.5 conductivité thermique en fonction de la masse volumique

de certains matériaux fibreux (Finck, 1930) ……....17

Fig. 1.6 Evolution de la résistance à la flexion en Fonction de la teneur en fibre……....18

Fig. 1.7 Evolution des résistances mécaniques des Ciments renforcés

des fibres de Posidonie (E/C=0.5)……19

Fig. 1.8 Comparaison des conductivités thermiques expérimentales

des fibres non traitées avec le modèle de l'équation (3.6) ……..20

Fig. 1.9 Comparaison de la conductivité thermique des fibres de Posidonie oceanique

avec les conductivités thermiques des matériaux d'isolation courante……21

Fig.1.10 la plante de Posidonie 24

Fig.1.11 pelote de Posidonie ……...……24

Fig.1.12 la Posidonie oceanique…… .25

Fig.1.13 Details sur UN pied de Posidonie Océane en pleine eau……26

Fig.1.14 La distribution de l'herbier de la posidonie oceanique en monde…….27

Fig.1.15 Banquettes de P. Oceanique …….....29

Fig 1.16 Genre de Posidonie……31

Fig.2.1 L'aspect général des sables utilisées…….....39

Fig. 2.2 Courbe granulométrique de sable utilisée.....40

Fig. 2.3 Ciment MATINE ……42

Fig.2.4 Diagramme de DRX appliqué sur le CEM II/B 42.5 MATINE…….....44

Fig.2.5 le déchet Posidonie oceanique ……....…45
Fig. 2.6 Le malaxage des bétons au laboratoire ……...47
Fig.2.7 Mesure de la maniabilité du mortier ……48
Fig.2.8 Mesure de la densité du mortier ……..48
Fig.2.9 Fabrication des éprouvettes…….. **……**….. 49
Fig.2.10 Conservation des éprouvettes à l'air libre .....….…...50
Fig. 2.11 Dispositif de rupture à la compression…….. ……..50
Fig.2.12 Essais de compression .....….…....51
Fig. 2.14 Le CT-mètre.....…..52

Fig. 2.15 Variables étudiées ……...54

Fig. 3.1 Temps d'écoulement des mortiers à base de déchets la Posidonie oceanique…….....56
Fig. 3.2 d'écoulement des mortiers à base de déchets la Posidonie oceanique ……..…56
Fig. 3.3 La résistance à la compression à l'âge de 7 jours des mortiers
à base de déchets la Posidonie oceanique ……..……...57
Fig.3.4 La résistance à la compression à l'âge de 28 jours des mortiers
à base de déchets la Posidonie oceanique ……..……...58
Fig.3.5 La résistance à la traction par flexion à l'âge de 7 jours des BSF
à base de déchets la Posidonie oceanique ……..…...59
Fig. 3.6 La résistance à la traction par flexion à l'âge de 28 jours des mortiers
à base de déchets la Posidonie oceanique …….59
Fig. 3.7 Conductivité thermiques de mortier à base de déchets la Posidonie oceanique 60

Introduction générale

Introduction générale

Depuis vingt dernières années, les déchets végétaux représentent une part importante des déchets solides municipaux. De plus, ils posent un sérieux problème à cause de leur durée de vie et parce que ce sont des déchets voyants. Leur gestion est donc nécessaire que ce soit d'un point de vue environnemental, économique au social. Parmi ces déchets on distingue les déchets de Posidonie oceanique.

Dans cette thèse, nous souhaitons déterminer si les fibres de Posidonia-Oceanica pourraient être utilisées comme matériau d'isolation. Ces isolants seraient utilisés en « isolation rapportée », c'est à- dire fixés sur une structure porteuse assurant la tenue mécanique du bâtiment. Dans ce cas, leur rôle est uniquement de limiter le passage de la chaleur à travers la paroi, L'objectif est d'utiliser les rejets de ce type de fibres, qui peuvent être
Collectés en grande quantité sur les plages, et qui ne sont actuellement pas valorisés.
Deux applications principales sont visées :
- fabrication de matériaux d'isolation thermique ;
- renforcement d'une matrice cimentaire qui pourra être utilisée dans un béton de structure.

D'une part, le contexte environnemental de cette thèse, notamment la place du
Secteur du bâtiment et des matériaux de construction dans la consommation d'énergie et la Problématique du développement de nouveaux matériaux dans un contexte de développement Durable. La partie suivante constituera un état de l'art sur les propriétés des fibres

Ce travail consiste donc à récupère du posidonie oceanique , rejetées dans la nature , apres avoir étaient trier, sécher puis extrudés sous forme de fibre , puis incorporé dans la masse de deux familles du béton de sable aves des pourcentages de (1% , 2% ,3%,4%) .

D'autre part, sera consacré dans une première étape à la description des matériaux utilisés dans ce travail. Les méthodes d'extraction des fibres de *Posidonia-Oceanica*, leur traitement chimique et leurs propriétés microstructurales seront présentées. La préparation des échantillons de fibres et de composites sera également décrite dans ce chapitre. Dans une seconde étape, les différentes méthodes expérimentales utilisées pour la caractérisation seront présentées : la microscopie électronique à balayage pour les analyses microstructurales, la spectroscopie infrarouge pour les analyses physico-chimiques, le Hot-Disk pour les mesures thermiques, l'usage de solutions salines pour les mesures hygrométriques et les essais

mécaniques de compression et de flexion. Pour chaque méthode, les hypothèses et les conditions de mesures seront précisées.

En suite, traitera des propriétés thermo physiques des fibres de *Posidonia-Oceanica* qui pourront être utilisées comme matériau d'isolation thermique du bâtiment. Ce chapitre mettra en exergue l'effet de la densité et du traitement chimique sur les propriétés thermiques des fibres.

Ces propriétés seront comparées avec celles des isolants couramment utilisés. A l'issue de ce Chapitre, les propriétés de l'isolant thermique qui pourra être fabriqué à partir des fibres de *Posidonia-Oceanica* seront déterminées

Ce dernier, exposera dans un premier temps, les résultats de mesure de propriétés thermo physiques et mécaniques des composites à l'état durci en fonction de la quantité de fibres.

Dans un second temps, une comparaison des résultats expérimentaux à des modèles analytiques

Simplifiés de prédiction de propriétés effectives sera effectuée pour quelques propriétés : conductivité thermique, résistance à la traction, résistance à la compression et ténacité. L'effet de la fraction volumique des fibres sera pris en compte.

En fin, ce manuscrit se terminera par une conclusion générale reprenant une synthèse des résultats les plus notables de cette étude et les perspectives qui en découlent.

Chapitre 01 :
Synthèse bibliographique

1.1 Introduction

Les industriels s'intéressent de plus en plus au renforcement des polymères par des fibres naturelles pour, généralement, réduire les impacts environnementaux. La sélection de ce type de renfort n'est pas simple, ce terme correspondant à des fibres d'origine végétale, animale ou minérale

Un matériau composite se définit généralement par l'assemblage de deux phases : le renfort (sous forme de fibres le plus souvent) et la matrice. Cette dernière conserve la disposition géométrique des fibres et assure, par les interfaces, le transfert de charge entre elles. La matrice (le liant en d'autres termes) peut appartenir à la famille des polymères, des métaux ou des céramiques. Sous les mots « fibres naturelles » se trouvent des fibres organiques, d'origine végétale (cellulosique) et animale (protéinique), et des fibres minérales telles que l'amiante (qui ne seront pas présentées dans cet article).

L'utilisation de fibres naturelles comme renfort de matériaux composites se justifie pour

Valoriser une ressource locale dans des pays peu industrialisés ;

Développer des matériaux et des technologies permettant de réduire les impacts sur l'environnement ;

Utiliser des ressources renouvelables.

Les fibres végétales sont couramment utilisées, car ce sont les fibres les plus disponibles. Leur structure complexe est assimilable à celle de matériaux composites renforcés par des fibrilles de cellulose disposées en hélice. Pour comprendre l'origine de leur comportement, il est nécessaire de connaître leur microstructure et leur composition. Ces sujets seront présentés par la suite de manière simplifiée. La notion de fibres dans une plante a un sens botanique, qui décrit une seule cellule végétale allongée et à paroi épaisse, il existe donc différentes natures de cellules. Les fibres végétales décrites dans cet article correspondent à celles utilisées

depuis longtemps pour des applications textiles ou pour la réalisation de cordages, elles ont une fonction dans la nature généralement de soutien et rarement de conduction.

Les technologies de transformation utilisables pour la réalisation de pièces en bio composites (polymère + fibres naturelles) sont identiques à celles utilisées pour des fibres de synthèse. Comme tous les renforts, il est important de les manipuler et de les mettre en forme suivant les règles de l'art pour ne pas les endommager ou les casser. Lors du cycle de transformation, une température limite de 200-230 °C est souvent évoquée pour éviter leur dégradation, mais en réalité deux paramètres sont importants : la température et le temps d'exposition.

L'utilisation de bio composites associant un polymère biodégradable (bio source ou non) et des bios fibres (fibres biodégradables) permet la réalisation de pièces qui, en fin de vie, peuvent être broyées puis incorporées dans un compost industriel.

L'usage de fibres naturelles comme renfort de matériaux est souvent associé à une démarche d'éco conception, néanmoins les impacts environnementaux restent à évaluer à l'aide d'analyse de cycle de vie (ACV) pour quantifier les gains. Pour plus d'information sur ce type de démarche le lecteur pourra consulter l'article [G 5 500].

1.2 Le mortier du ciment

1.2.1 Introduction

Dans toute construction, il est indispensable de réunir entre eux les différents éléments (blocs de béton, briques, moellons, etc.) au moyen d'un

Mortier de ciment ou de chaux qui a pour rôle :

•de solidariser les éléments en tre eux ;

•d'assurer la stabilité de l'ouvrage ;

•de combler les interstices entre les blocs de construction.

Le mortier est obtenu par mélange d'un liant – chaux ou ciment –, de sable, d'eau et éventuellement d'adjuvants.[1]

1.2.2 - Qu'est-ce que le mortier ?

Histoire de commencer sur de bonnes bases, rappelons ce qu'est un mortier. De manière basique, un mortier de construction est un mélange plus ou moins épais :

- De sable,
- De liant (par exemple le ciment),
- D'eau.

On peut y ajouter ou non des additifs de manière à l'ajuster à l'utilisation qui doit en être faite. Il existe des préparations pour mortier, auxquelles on ajoute uniquement de l'eau, mais il est également possible de préparer un mortier de ciment soi-même [2]



Fig. 1.1 Beton Mortier [11]

1.2.3 Types de mortier

Dans les travaux publics on utilise différents types de mortier : [3]

1.2.3.1 Mortier de ciment

Les mortiers de ciments sont très résistants, durcissent rapidement. Le dosage du rapport entre le ciment et le sable est en général volumétrique de 1/3 etle rapport de l'eau sur ciment est environ 0,35. De plus, un dosage en ciment les rend pratiquement imperméables.

1.2.3.2 Mortier de chaux

Les mortiers de chaux sont moins résistants par rapport aux mortiers de ciment. La durée du durcissement des mortiers de chaux est plus lente que pour les mortiers de ciments.

1.2.3.3 Mortier bâtard

Ce sont les mortiers, dont le liant est le mélange de ciment et de chaux. Généralement, on utilise la chaux et le ciment par parties égales, mais des fois on prend une quantité plus ou moins grande de l'un ou l'autre suivant l'usage et la qualité recherchée.

1.2.3.4 Mortier de hourdage de maçonnerie

On utilise des sables dont les grains les plus gros n'excèdent pas 5 mm, le dosage le plus usuel est de 1 volume de liant pour trois volumes de sable. La quantité d'eau qui joue un rôle important ne peut être fixée à priori, en règle générale on adopte une valeur voisine de la moitié du poids du liant qui peut être réduite lorsqu'on utilise un plastifiant.

1.2.3.5 Mortier fabriqué sur chantier

Ils sont préparés avec le ciment et le sable du chantier. Le ciment est un ciment courant CPA ou CPJ et parfois des ciments spéciaux comme le ciment alumineux fondu .On emploie également des chaux hydrauliques et parfois des liants à maçonner. Le sable est le plus souvent roulé (nature silice-calcaires) parfois concassé et le gâchage s'effectue à la pelle ou à l'aide d'une petite bétonnière. Ces mortiers ne sont donc pas très réguliers et les sables peuvent être différents d'une livraison à l'autre, mais de toute façon ils doivent être propre et de bonne granulométrie .Le sable est généralement dosé en poids, soit en volume. Dans ce dernier cas, il est très important de tenir compte du phénomène de foisonnement des sables.

1.2.3.6 Mortier industriel

Ce sont des mortiers que l'on fabrique à partir de constituants secs, bien sélectionnés, conditionnés en sacs, contrôlés en usine et parfaitement réguliers .Pour utiliser ce type de mortiers, il suffit de mettre la quantité d'eau nécessaire et malaxer pour ensuite les mettre en œuvre. Les mortiers peuvent contenir des liants et des sables variés ainsi que certains adjuvants et éventuellement des colorants. Les fabricants de mortiers industriels proposent une gamme complète de produits répondant à tous les besoins

1.2.4 Domaines d'utilisation des mortiers

1.2.4.1 Mortiers pour chape

Ce type de mortier illustré dans la figure 1.8 est utilisé généralement Pour : [3]

- Mise à niveau de la dalle et régularité de la surface
- Support de revêtement, ou isolation incorporée



Fig. 1.2 : Les mortiers pour chapes [3]

1.2.4.2 Mortiers et coulis de réparation

Comme son nom l'indique, ce type de mortier est utilisé pour le reprofilage du béton, la reconstitution de la protection des armatures, et le rétablissement de l'étanchéité. La figure 1.9 illustre en gros une partie du cas pratique.

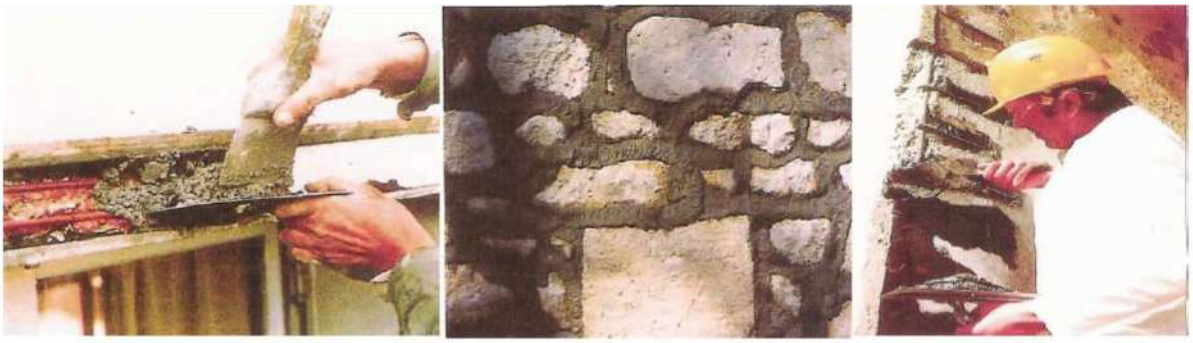


Fig. 1.3 : Les mortiers et coulis de réparation [3]

1.2.4.3 Mortiers de scellements et calages

- Absence de retrait
- Caractère expansif du mortier
- Résistance au jeune âge

1.2.5- Les mortiers de chantier et les mortiers prêts à l'emploi

- **Les mortiers fabriqués sur le chantier**

L'entreprise qui fabrique sur le chantier son mortier doit choisir correctement le liant en fonction de sont type et de sa classe, le ou les sables, la teneur en eau (pour obtenir la plasticité désirée) et les adjuvants

Adaptés à la destination du mortier. Les sables utilisés sont généralement siliceux ou silice-calcaires ; leur granulométrie est de préférence

Continue. Les dosages se feront en poids plutôt qu'en volume comme c'est souvent le cas, afin d'éviter les erreurs de dosage, par suite de l'augmentation de volume du sable humide (foisonnement).

Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants :

– réducteurs d'eau-plastifiants

– plastifiants

– entraîneurs d'air

– modificateurs de prise (retardateurs, accélérateurs)

– hydrofuges.

Dans tous les cas des soins particuliers doivent être pris afin d'obtenir des mortiers sans ressuage, homogènes d'une gâchée à l'autre.

Le dosage en liant, (ciment ou chaux, ou mélange des deux) le plus généralement employé est de 300 à 400 kg/m3 de sable. Pour un sable courant et un ciment Portland utilisé au dosage de 400 kg/m3 de sable, la quantité d'eau de gâchage nécessaire pour obtenir un bon mortier

d'usage courant est de l'ordre de 200 litres au maximum, qu'on a intérêt à diminuer par l'emploi de réducteur d'eau ou de plastifiant.

Les autres avantages présentés par ces produits sont les suivants :

– pré dosage de composition constante, garant de régularité et de qualité

– pas d'approvisionnement et de stockage surplace des constituants (sables, liants, adjuvants)

– perte de temps limitée (appréciable dans le cas de travaux à effectuer rapidement et lorsque la place fait défaut) ;

– chantiers plus propres.[23]

- **Les mortiers frais retardés, stabilisés, prêts à l'emploi**

Depuis quelques années est apparue une nouvelle génération de mortiers livrés par les centrales de béton prêt à l'emploi : les mortiers frais retardés et stabilisés. Du fait qu'ils sont retardés, ces mortiers peuvent être livrés et stockés en quantité importante. On peut les utiliser dans un délai allant jusqu'à 24 heures sans avoir le souci de préparer de nombreuses petites gâchées. Très maniables et homogènes, ils possèdent des résistances très largement suffisantes pour les travaux auxquels ils sont destinés : maçonnerie et jointoiement.

Lorsqu'ils sont étalés en couche mince, la prise décès mortiers est accélérée (effet d'absorption d'eau par le support et perte par évaporation). Ces mortiers permettent, comme le béton prêt à l'emploi, de simplifier et d'améliorer les conditions de travail, en évitant les pertes de temps. Ils sont en général livrés dans des auges ou des bacs non absorbants, de 250 à 500 litres de capacité. Ces bacs restent sur le chantier, ce qui fournit un stockage commode et une complète disponibilité.

Les mortiers de fibres [4]

- **L'incorporation de fibres**

De verre ou de polypropylène permet d'obtenir des mortiers présentant une cohésion supérieure et moins fissurables. Ce sont soit des mortiers prémélange, livrés en sac, soit des mortiers prêts à l'emploi, livrés par certaines centrales.[4]

- **Les enduits**

Ce domaine d'application, qui constitue l'un des plus vastes débouchés des mortiers, fait l'objet du chapitre I.3. Rappelons simplement qu'à côté des enduits traditionnels en trois couches décrits dans la norme NF P 15-201 (DTU 26.1), se développent aujourd'hui les enduits monocouches épais, ainsi que les enduits isolants considérés encore comme non traditionnels. Ces produits font l'objet d'un procédure d'Avis technique par le CSTB.[4]

- **Les chapes**

Les chapes ont pour fonction d'assurer la mise à niveau du dallage et la régularité de sa surface. Les chapes peuvent constituer la finition : on y incorpore alors souvent des produits spécifiques. Elles peuvent aussi constituer le support d'un revêtement de sol. Les chapes doivent présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des charges au support, et parfois résister à l'abrasion ou au poinçonnement (sols industriels).
Adhérente ou flottante, la chape peut également [4]

1.2.6-Les emplois des mortiers

- **Les joints de maçonnerie**

La construction réalisée en éléments maçonnés (blocs de béton, pierres de taille, briques), nécessite leur assemblage avec un mortier qui doit présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes pour assurer la transmission des charges et une compacité suffisante pour être étanche. On a généralement intérêt à utiliser des mortiers ne présentant pas un module d'élasticité trop élevé, de façonna pouvoir s'adapter aux variations dimensionnelles des élém ents qu'il liaisonne sans fissurer. Les mortiers de joints constituent donc un maillon
Important de la maçonnerie, qui doit être bien étudié et bien mis en œuvre pour assurer la fonction qui luise dévolue. C'est notamment le cas de la maçonnerie apparente. La norme XP P 10-202-1 « DTU 20.1.Ouvrage en maçonnerie de petits éléments. Paroisse murs. » Fournit des indications sur les dosages préconisés pour les mortiers de jointoiement, ainsi
Que les préconisations pour leur mise en œuvre. Avoir une fonction thermique ou acoustique. Ces ouvrages sont décrits dans la norme NF P 14-201« DTU 26.2. Travaux de bâtiment. Chapes et dalle sà base de liants hydrauliques. ». Le chapitre I.4 leur est consacré. [5]

- **Les scellements et les calages**

La multiplicité des problèmes de scellement et décalage a conduit les producteurs de mortiers industriel sa mettre au point des produits spécifiques adaptés aux travaux à réaliser : scellements d'éléments de couverture, scellements d'éléments de second œuvre, scellements de mobiliers urbains, scellements de regards de visite, assemblage d'éléments préfabriqués… Ces applications sont décrites dans le chapitre I.5.[4]

1.2.7- Les coulis

Le coulis est un mélange fluide, à base de charges fines inférieures à 0,3 mm, de liants hydrauliques et d'adjuvants. Outre les liants classiques, il existe aussi des liants spéciaux pour coulis d'injection .Les charges sont constituées par des suspensions d'argile, de bentonite (argile colloïdale). Les domaines d'utilisation des coulis sont les remplissages de cavités et fissures dans les roches, les solsou les ouvrages béton ou maçonneries**. [**4]

1.2.8- Les techniques particulières

De mise en œuvre Les techniques traditionnelles sont développées dans les chapitres correspondant aux différents domaines d'emploi (4.2, 4.3 et 4.4). On ne cite donc ici que deux techniques qui intéressent de nombreuses applications : la projection et l'injection[4]

- **La projection**

Fabriqués sur chantier, ou plus généralement pré dosés, les mortiers projetés comportent, outre le liant et le sable habituels, des adjuvants spécifiques améliorant l'adhérence, des charges (silice, carbonate, etc.), et parfois des fibres (verre, polypropylène ou acier). Projeté à l'aide de machines le plus souvent à air comprimé, le mortier est plus compact, adhère mieux au support et se prête bien à son application sur des parties d'ouvrages difficiles d'accès et de forme irrégulière. La suppression de manipulations délicates et pénibles, ainsi que les gains de productivité, expliquent le succès du mortier projeté dans de nombreuses applications :

- Enduits monocouches, enduits isolants.
- Revêtements de voûtes, en galeries, consolidation de talus.
- Travaux de réparation, etc. [4]



Fig.1.4. Machine à projeter équiper de lance [4]

- **L'injection de mortiers ou coulis**

L'injection de mortier n'intéresse que certain styles de travaux où les cavités à remplir sont suffisamment larges. Il est nécessaire que le diamètre maximum des grains de sable les plus gros ne dépasse pas le 1/5 des vides les plus fins à remplir. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait utiliser des coulis d'injection. Comme dans le cas des coulis de ciment, le mortier d'injection doit être constitué de façon à être le plus « injectable » possible : grande fluidité pour un ressuage modéré (et, partant, une bonne stabilité, peu de ségrégation).Les applications de l'injection sont essentiellement le remplissage de cavités, gaines, enveloppes diverses, ou plus généralement les vides d'accès difficile. L'injection est généralement pratiquée pour certains travaux sous l'eau, avec des formules de mortier étudiées pour éviter le délavage.

1.2.9 Valorisation des déchets de fibres dans les matériaux à base cimentaire

la posidonie représentent des déchets fibres. De plus. Des études antérieures ont montré qu'il était possible d'utiliser les déchets de fibre dans le mortier.

1.2.10 Influence de déchet de posidonie sur les propriétés des matériaux cimentaire

Caractérisation thermique et mécanique de fibres naturelles d'origine marine en vue de leur utilisation dans les matériaux de l'habitat Ons Hamdaoui

Une diminution de 22% sur la valeur de la conductivité thermique a été notée avec le composite chargé par 20% de fibres par rapport à l'échantillon de ciment témoin.

la résistance à la traction par flexion et la compression augmentent légèrement jusqu'à 5 à 10% en volume puis elles diminuent.

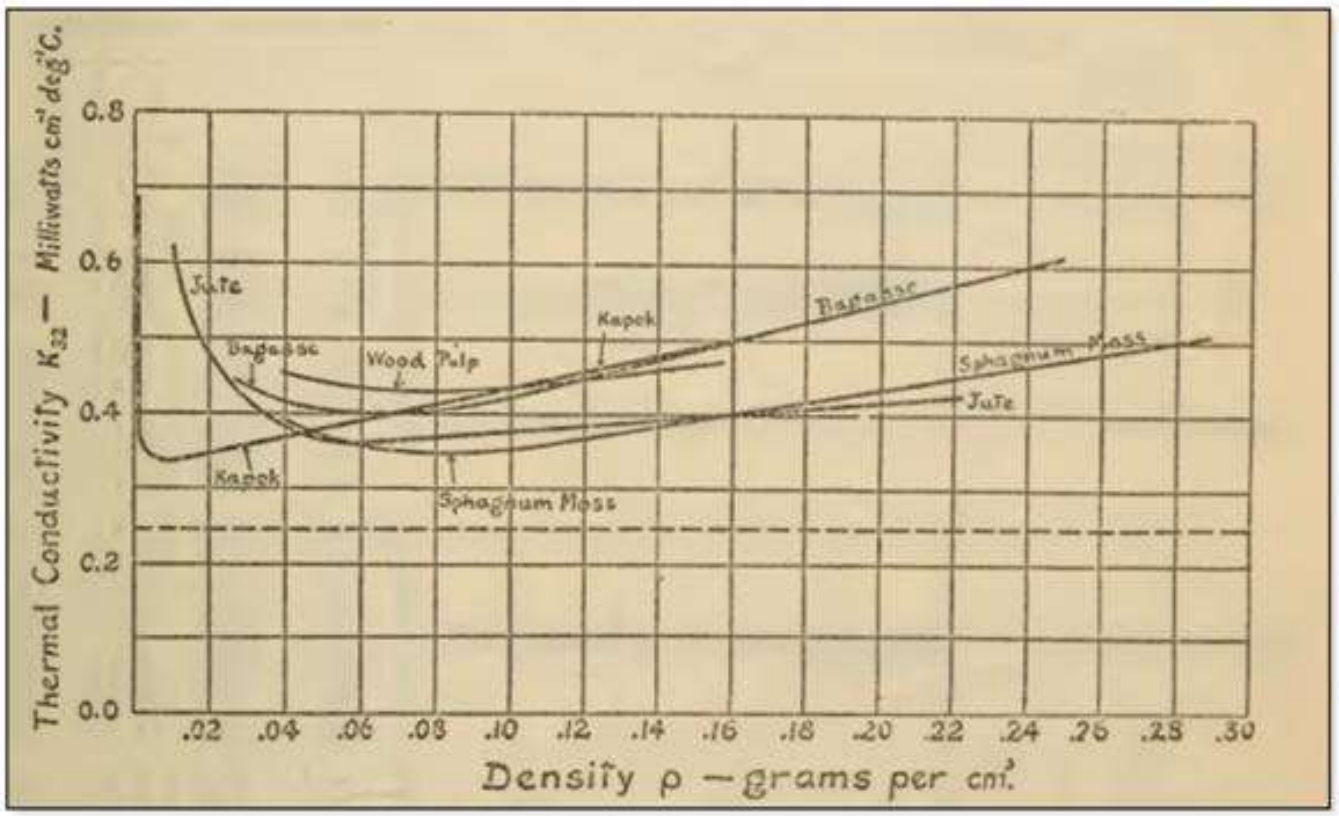


Fig.1.5 conductivité thermique en fonction de la masse volumique de certains matériaux fibreux (Finck, 1930) [6]

1.2.11 Développement des composites ciments à base de Posidonie Oceanique Conférence Papier · May 2011

La résistance a al compression est améliorée par l'ajout des fibres de posidonie au ciment et elle atteint son maximum pour un taux de fibres de 5 vol.%

Les variations des résistances à la flexion pour les feuilles et les fibres de posidonie, on trouve que le composite avec les feuilles reste toujours moins intéressant que celui renforcé par des fibres [25]

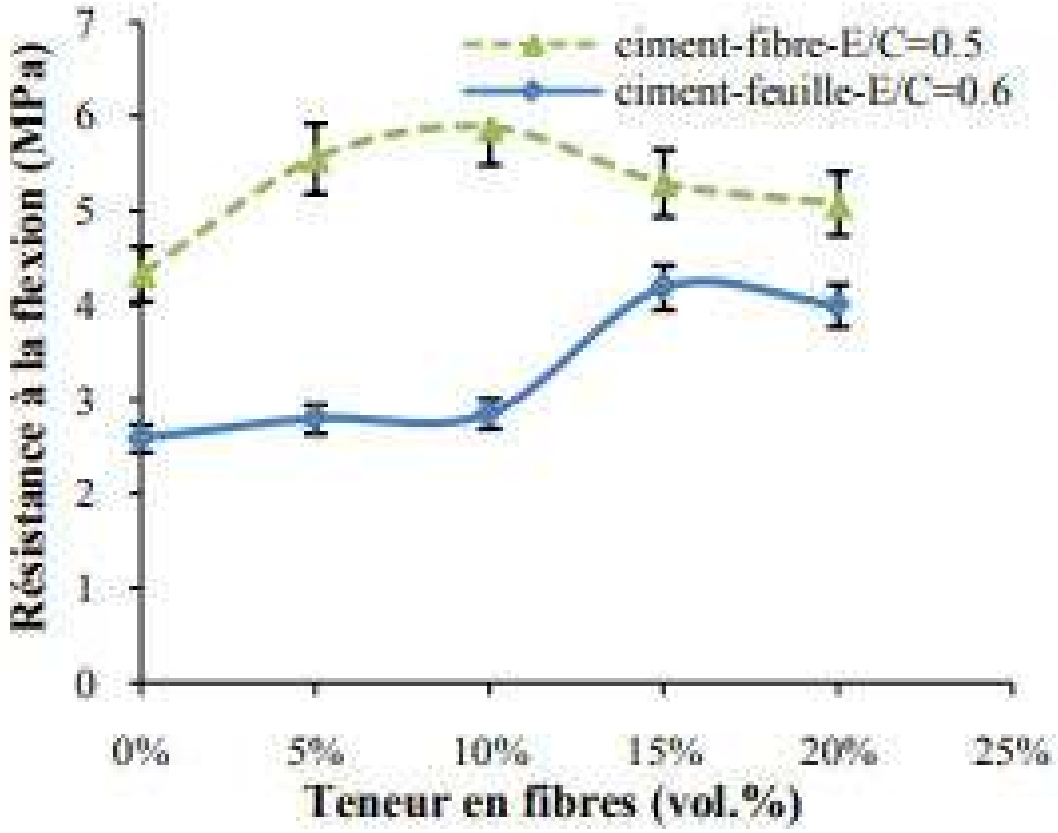


Fig. 1.6. Evolution de la résistance à la flexion en

Fonction de la teneur en fibres [25]

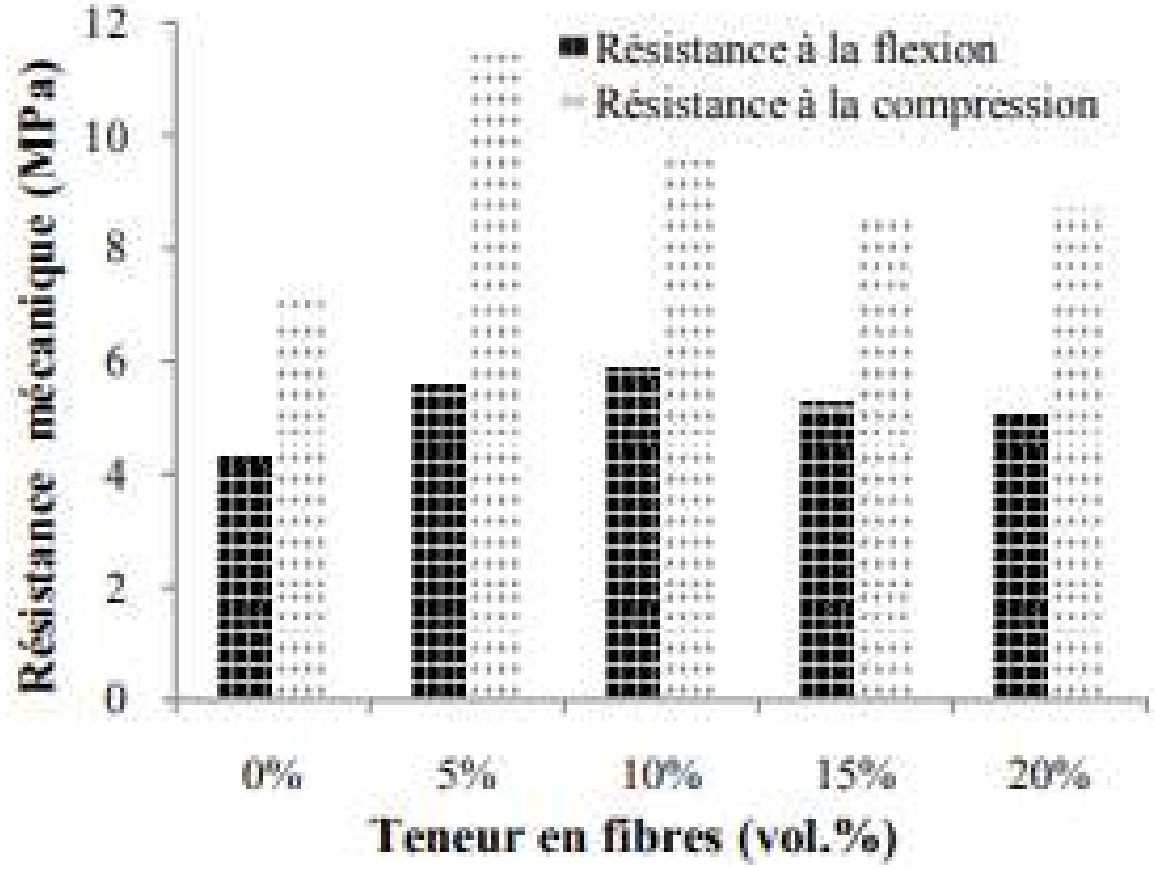


Fig.1.7 Evolution des résistances mécaniques des

Ciments renforcés des fibres de Posidonie (E/C=0.5) [6]

1.2.12 Effet de la masse volumique et du traitement chimique sur la conductivité thermique des fibres et comparaison des valeurs expérimentales avec un modèle reliant la conductivité thermique à la masse volumique

La conductivité thermique est le paramètre quantifiant le pouvoir isolant d'un matériau de construction. Les conductivités thermiques expérimentales kF en fonction des masses volumiques ρf des fibres brutes et traitées sont présentées dans le tableau 3.1. Nous rappelons que ces mesures ont été obtenues par la méthode du Hot-Disk.

Une comparaison des valeurs mesurées de la conductivité thermique Kf en fonction de la masse volumique des fibres ρf au modèle de l'équation (3.6) sont présentés sur

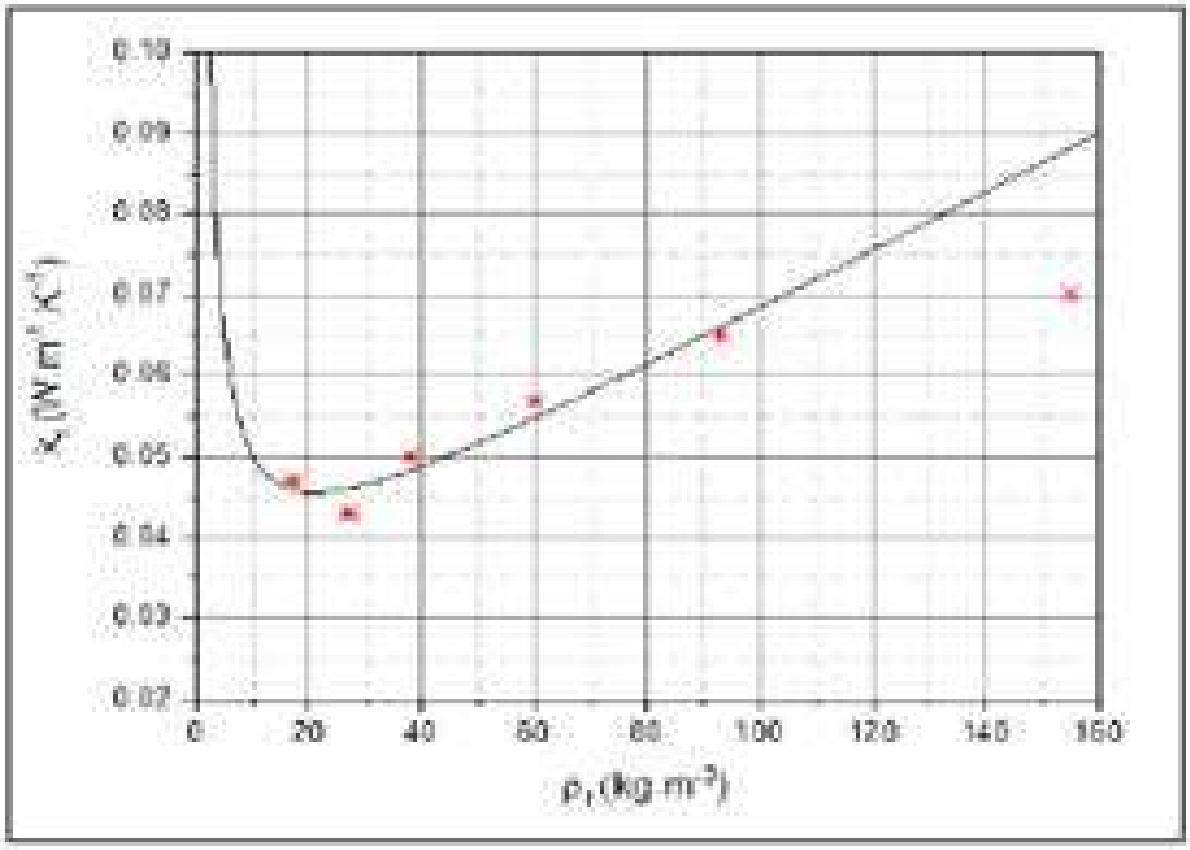


Fig. 1.8 comparaison des conductivités thermiques expérimentales des fibres non traitées avec le modèle de l'équation (3.6) [6]

1.2.13 Comparaison des fibres de Posidonie-Oceanique avec des matériaux d'isolation courants

La performance d'un matériau d'isolation est essentiellement liée à sa conductivité thermique, un bon isolant thermique est celui qui possède une conductivité thermique faible. Pour des conductivités comparables, il est de préférable que la capacité thermique soit élevée.

Une valorisation des fibres de Posidonie-Oceanique est envisagée pour la fabrication de matériaux d'isolation thermique pour le bâtiment. Pour cela, leurs propriétés thermiques (kf et Cp,f) sont comparées à celles des matériaux classiquement utilisés pour l'isolation des bâtiments

. Les valeurs de conductivité thermique et de la capacité thermique massique des matériaux d'isolation courants sont obtenues de la réglementation thermique en vigueur en France

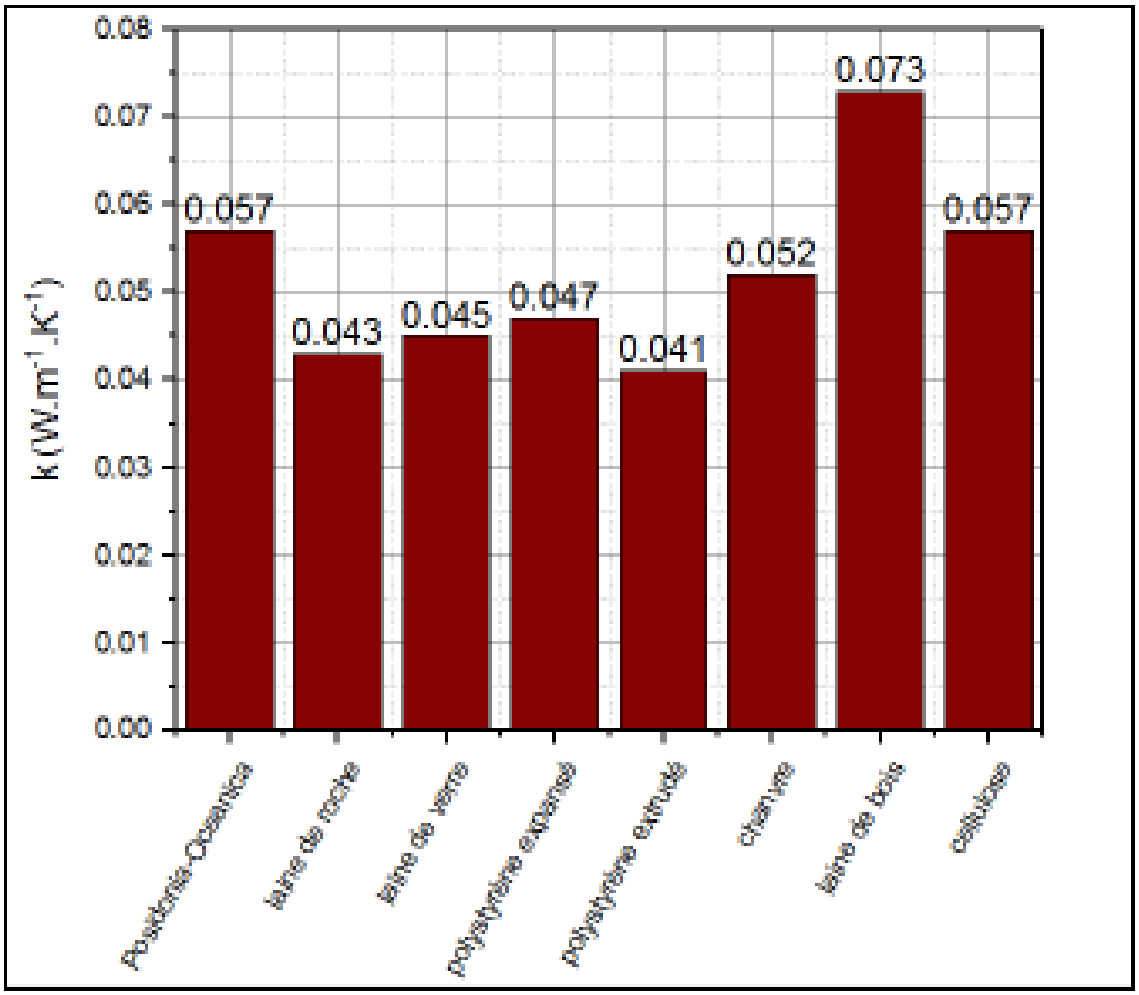


Fig.1.9 Comparaison de la conductivité thermique des fibres de posidonie océanique avec les conductivités thermiques des matériaux d'isolation courante [6]

1.2.14 Conductivité thermique

Les résultats de mesure de la conductivité thermique de différents échantillons sont donnés dans C le tableau 5.2. Nous traçons sur les figures 5.3 et 5.4, l'évolution de la conductivité thermique en fonction de la fraction volumique des fibres ct du traitement chimique.

La conductivité thermique passe de 0.718 W. m'.Kl pour le ciment seul à 0.559 W.m'.K' pour le composite avec 20% en volume de fibres, ce qui correspond à une réduction de 22%. Néanmoins, nous notons très peu de différence dans les valeurs de conductivité thermique pour les différents fraisements chimiques par rapport aux composites avec fibres non traitées. Cette différence ne dépasse pas 2%.

En plus du fait que les fibres possèdent une conductivité thermique plus faible que la matrice, L'ajout de fibres dans la matrice crée de nombreuses interfaces qui agissent thermiquement comme des résistances de contact successives et conduisent a une diminution de la conductivité thermique.

En outre, le tracé des variations relatives de la conductivité thermique en fonction des Variations Relatives de masse volumique des échantillons montre l'existence d'une corrélation entre ces propriétés Ceci peut être observé sur la figure S.S en conseilleras les mesures de conductivité thermique et de misse volumique des composites durcis obtenues en fonction de la concentration

En fibres. Ce résultat confirme ceux déjà observés lors de travaux antérieurs pour d'autres types de fibres naturelles utilisées en renfort de matrices organiques ou minérales (Ilbos, 2012). [6]

1.2.15 Effet de la variation de la masse volumique et des conditions opératoires sur la conductivité thermique des matériaux d'isolation

Plusieurs études ont mis en évidence l'impact de la variation de la masse volumique, de la disposition

des fibres et de l'influence des conditions de mesure (température et l'humidité) sur la conductivité

Thermique des matériaux d'isolation thermique.

Finck (Finck, 1930) a étudié expérimentalement les transferts thermiques dans les matériaux fibreux, Notamment l'importance relative de la convection et du rayonnement dans ces transferts. L'influence de certains paramètres tels que la masse volumique de l'échantillon et l'arrangement des fibres sur la conductivité thermique est également mise en évidence. Pour les matériaux étudiés (jute, bagasse, kapok, etc), les auteurs ont constaté que la conductivité thermique maximale est observée lorsque les fibres sont parallèles au flux de chaleur et que le minimum est obtenu lorsque les fibres sont perpendiculaires à ce flux. Les courbes expérimentales de conductivité thermique-masse volumique (Cf. figure 1.2) ont toujours présenté une conductivité thermique minimale qui correspond à la masse volumique optimale. La position de cet optimum diffère d'un matériau à un autre. Pour les masses volumiques supérieures à cet optimum, la conductivité thermique augmente. La chaleur dans ce cas est transférée par conduction en phase solide et conduction dans l'air. Pour les masses

volumiques inférieures à cet optimum, les valeurs de la conductivité thermique augmentent lorsque la masse volumique diminue à cause des échanges par rayonnement qui jouent dans ce cas un rôle prépondérant dans le transfert de chaleur. Il a été conclu que le transfert par convection est négligeable. Tilioua et al. (Tilioua, 2012) ont également montré analytiquement que la chaleur dans les matériaux fibreux est essentiellement transférée par conduction et rayonnement**.** [6]

1.3. *Posidonie-Oceanique*

1.3.1. Définition

La *Posidonie-Océanique* est une plante aquatique de la famille des *Posidoniaceae*. Elle est constituée de tiges qui portent les racines que l'on nomme rhizomes. Les rhizomes se terminent par des faisceaux de feuilles longues et étroites Ces feuilles mesurent environ 1 cm de largeur et peuvent atteindre jusqu'à 1.5 m de longueur Elle se présente sous la forme de feuilles ou de balles. Les balles appelées également "aegagropile" ou **"**pelotes de mer" sont formées à partir des agglomérats de fibres provenant des feuilles mortes autour des fragments de rhizome sous l'effet des mouvements de la mer.

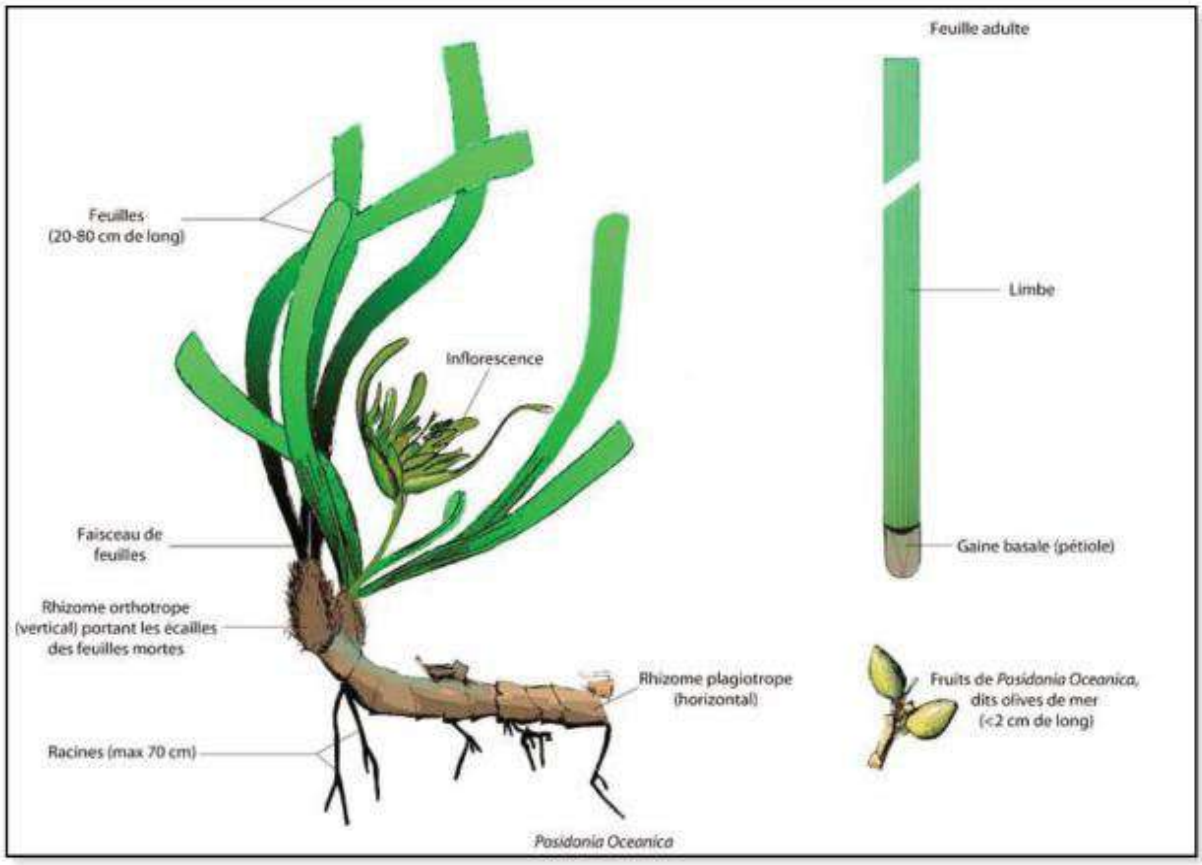


Fig.1.10: la plante de Posidonie



Fig 1.11: pelote de Posidonie

La Posidonie oceanique est. Un phanérogame des littoraux tempers d'Europe, et en particular présente en mer Mediterranean, Luis valant le nom vernaculaire de Posidonie de Mediterranean. La publication de A.R. Defile en 1813 est. issue du second tome de l'Histoire Naturelle à partir d'observations et recherché qui ont été faites en Égypte pendant l'expédition de l'armée française de Sa Majesté l'Empereur Napoléon le Grand.

La Posidonie de Mediterranean Posidonie oceanic est. également présente au de là du Detroit de Gibraltar en ocean Atlantique. En mer Mediterranean, la plante à fleurs angiosperme se trouve sur l'ensemble du littoral Europeans, asiatique (Turquie) et africain (Algérie), incluant les îles méditerranéennes comme les îles Baleares, la Corse, la Sardaigne, Malte...Les feuilles de Posidonie oceanic sur les côtes françaises de la Mediterranean sont facilement visibles à foible profounder, portant épisodiquement une olive de mer en guise de fruit après la floraison de la Posidonie. En anglais, Ce phanérogame. Appelé "herb de Neptune". [24]

Fig 1.12: la Posidonie oceanique [8]



Fig 1.12: la Posidonie oceanique [8]



Fig .1.13: Détails sur UN pied Posidonie Océane en pleine eau [9]

Ainsi, Posidonie océanique est endémique à la mer Méditerranée, et est l'espèce de phanérogame la plus répandue dans la région méditerranéenne. La plante prend une surface d'habitat importante formant un abri important pour de nombreuses espèces inféodées aux herbiers de posidonies. Il y a eu une baisse de la population de P. oceanica en raison de dommages mécaniques causés par le chalutage et les bateaux (un crevettier par exemple), l'aménagement du littoral et de l'eutrophisation, avec des pertes particulièrement observés dans l'ouest de la Méditerranée. La baisse globale de la Méditerranée a été mesurée à environ 10% au cours des 100 dernières années, ce qui ne déclenche pas l'une des catégories menacées, mais des informations supplémentaires sont nécessaires.

P. océanique est une espèce à croissance lente et prend beaucoup de temps pour recoloniser les zones d'où le phanérogame a été enlevé, bien qu'il y ait des preuves qu'il a recolonisé certaines zones de la Méditerranée où il est protégé. Cette espèce est classée comme "moins préoccupante" par l'IUCN.P. océanique est l'espèce dominante des herbiers

dans la mer Méditerranée couvrant environ 50 000 km2 de zones côtières de sable au large des côtes et des zones rocheuses à des profondeur0s jusque 45 m. Cette espèce forme des simples prairies dans la région biogéographique méditerranéenne de la surface à la profondeur maximale de 45 m. L'espèce est absente des estuaires où l'apport d'eau douce et de sédiments fins est élevé. [10]

1.3.2 La source

La Posidonie-Océanique est une plante aquatique de la famille des Posidonies. Elle est

Constituée de tiges qui portent les racines que l'on nomme rhizomes. Les rhizomes se terminent Par des faisceaux de feuilles longues et étroites (Cf. Figure 2.1). Ces feuilles mesurent environ 1 cm de largeur et peuvent atteindre jusqu'à 1.5 m de longueur. Les fruits de cette plante sont appelés 'Olives de mer' car ils possèdent les dimensions, la forme et la couleur d'une olive (Cf. Figure 2.1). Cette plante a été décrite pour la première fois sous le nom d'Alga marina par G. Bauhan en 1623 (Den Hartog, 1970). Son nom actuel Posidonie-Océanique a été donné par Delile en 1813 (Delile, 1813). Elle se présente sous la forme de feuilles ou de balles. Les balles appelées également "Aegagropile" ou "pelotes de mer" sont formées à partir des agglomérats de fibres provenant des Feuilles mortes autour des fragments de rhizome sous l'effet des mouvements de la mer. La distribution de l'herbier de la Posidonie-Océanique est quasiment continue autour de la méditerranée à l'exception des grands estuaires du Rhône, du Pô, de l'Ebre et du Nil (Cf. Figure 2.2). Elle couvre environ 30000 à 40000 Km² de surface



Fig 1.14 La distribution de l'herbier de la posidonie oceanique en monde

En automne, les feuilles mortes de Posidonie-Océanique, les balles et parfois les rhizomes en faible quantité s'accumulent en quantité sur les plages à divers états de fragmentation. Ces accumulations peuvent être sous forme d'un simple tapis ou encore de banquettes qui peuvent atteindre jusqu'à l à 2 m d'épaisseur. Jeudy de Grissac et Audoly (Jeudy de Grissac, 1985) ont étudié la structure des banquettes de la région de Marseille (France). Ils ont montré qu'elles présentent une teneur en eau de 30 à 90% et une teneur en sable comprise entre 0.5 et 85%.

Les plages où existent des accumulations des débris de Posidonie-Océanique sont moins appréciées par les baigneurs pour des raisons esthétiques ainsi que pour les odeurs qui peuvent s'en dégager et qui sont souvent associées à la pollution. Cependant, leur présence est un signe de bonne qualité de l'eau.

Ces débris peuvent contribuer également à la protection des plages contre les problèmes d'érosion notamment pendant les tempêtes hivernales (Boudouresque, 1996). Malgré l'importance de leur présence pour les écosystèmes littoraux, l'élimination des barquettes de Posidonie-Océanique est très pratiquée. Elle demeure nécessaire pour les plages à des fins touristiques notamment pour les pays où le tourisme balnéaire est d'extrême importance

Carte avec la distribution géographique en bleu foncé

Cette espèce ne se trouve qu'en Méditerranée, occupant environ 3 % du bassin (correspondant à une superficie d'environ 38 000 km2), et étant une espèce clé de l'écosystème marin.

Un signe sans équivoque de la présence d'un herbier de Posidonie oceanique est la présence de feuilles en décomposition, dites « banquettes », sur la plage. Celles-ci jouent également un rôle dans la protection des plages contre l'érosion.



Fig 1.15 Banquettes de P. océanique

Selon la partie IV du TestoUnicoAmbientale de l'Italie18, les feuilles de Posidonie sur les plages sont considérées comme déchets solides et doivent donc être éliminées. Selon certains ces feuilles peuvent être utilisées comme compost, mais c'est interdit par la loi italienne 748/8419, qui interdit l'usage d' « algues et plantes aquatiques » en compost20.

On trouve également sur les plages, surtout en hiver, des « balles » marron composées de fibres de Posidonie formées par les vagues ; elles sont appelées egagropili en Italie, aegagropile sur les côtes méditerranéennes françaises. [6]

1.3.3 Les Types

1.3.3.1 Les types d'herbier à Posidonie océanique

L'herbier à Posidonie océanique peut se présenter sous un certain nombre de types morpho-structuraux qui sont liés à l'hydrodynamisme, aux courants et/ou à la température des eaux.

Toutefois, ces types d'herbier ne semblent pas avoir d'influence sur la densité des faisceaux, la longueur des feuilles, le nombre de feuilles par faisceau ou la biomasse (BORG et al ., 2005).

1.3.3.2 L'herbier de plaine

Constitue le type d'herbier le plus courant en Méditerranée, tout particulièrement en Méditerranée Occidentale (Figurel7). Il se présente sous la forme d'une prairie plus ou moins continue horizontale ou pente modérée, interrompue par des structures érosives (tombants de matte, internâtes érosives, internâtes déferlantes, rivières de des mattes mortes érosives (internâtes structurelles) retour) et non (BOUDOURESQUE et al. , 1980d, 1985a). Toutes ces structures sont d'origine naturelle (BLANC et JEUDY DE GRISSAC, 1984).

Les herbiers présentent une limite supérieure et une limite inférieure. La première, là où commence l'herbier en partant de la côte, est plutôt net, tandis que la seconde, où finit l'herbier, peut-être de quatre types :

- **Limite progressive et climatique :** avec l'augmentation de la profondeur on voit une diminution de la densité des plantes parce que la lumière y est plus rare. Elle est caractérisée par la présence de rhizomes pléiotropies qui finissent de manière improvisée.

- **Limite nette :** le type de substrat ne permettant pas la progression des rhizomes (par exemple avec un passage de substrat sablonneux à rocheux). Elle est caractérisée par une absence de mattes et la présence d'une haute densité de touffes de feuilles.

- **Limite érosive :** elle est liée à l'hydrodynamisme élevé ne permettant pas l'avancée des herbiers. Elle est caractérisée par une haute densité et la présence de mattes.

- **Limite régressive :** les eaux turbides limitent la pénétration de la lumière. On n'y trouve que des mattes mortes. [6]

1.3.4 La classification

- **Genre Posidonie**

Les posidonies du genre Posidonie désignent l'un des genres de zostères en milieu littoral aquatique, des plantes à fleurs de niveau infralittoral bas communément. Selon les...

La description et les espèces du: genre Posidonie.



Fig 1.16 Genre de posidonie [11]

- **Famille Posidoniaceae**

La famille de phanérogames marins Posidoniaceae est monotypique, avec un seul genre de plantes sous-marines, des monocotylédones appelées les posidonies. Ces graminées forment des... La description et les genres de: la famille Posidoniaceae.

Les Posidoniaceae sont une famille de plantes angiospermes. Elle comprend moins d'une dizaine d'espèces appartenant toutes au genre Posidonie.

Ce sont des plantes marines entièrement submergées, pérennes, à rhizome monopodial rampant[1] des zones tempérées chaudes et subtropicales (pourtour méditerranéen, Posidonie oceanique et côte ouest de l'Australie

Posidonie est un végétal marin, mais ce n'est pas une algue. Il s'agit en fait d'une plante à fleurs descendant d'un ancêtre terrestre qui devait ressembler aux joncs.

En Méditerranée, Posidonie oceanique, forme ce qu'on appelle les « herbiers de posidonies ».Selon certains auteurs ces herbiers seraient menacés par une algue verte Caulerpa taxifolia (Caulerpaceae), qualifiée d'« algue tueuse qui prolifère en Méditerranée après son introduction accidentelle par l'aquarium de Monaco. »[12],

- **Ordre Alismatales**

Les plantes de l'ordre des Alismatales sont des monocotylédones, produisant des fleurs. L'ordre regroupe environ 4500 espèces de plantes à fleurs. Toutes sont des plantes de zones humides, voir aquatiques, d'origine tropicale pour la plupart. Certaines se développent dans l'eau douce, d'autres dans les habitats marins. Alismatales est divisé en un grand nombre de petites familles, en partie parce que les adaptations associées à l'habitat aquatique sont si frappantes que les fleurs et les inflorescences en particulier de ces familles sont très différentes. L'ordre comprend notoirement les Aracées.

L'ordre Alismatales comprend des herbacées à fleurs, généralement non-succulentes, d'habitats aquatiques et marécageux, et les espèces sont les seules monocotylédones connues pour avoir des embryons verts autres que les amaryllis. L'ordre comprend également toutes les angiospermes marines. Les fleurs sont généralement disposées en inflorescences, et les graines matures n'ont pas d'endosperme.

Les deux formes marines et d'eau douce comprennent les espèces avec des fleurs mâles qui se détachent de la plante mère et flottent à la surface où la pollinisation intervient. Chez d'autres, la pollinisation se produit sous l'eau, où le pollen peut former des brins allongés, ce qui augmente les chances de succès. La plupart des espèces aquatiques ont une phase juvénile totalement immergée, et les fleurs sont soit flottantes, soit émergentes. La végétation peut être totalement immergées, les feuilles sont flottantes, ou font saillie hors de l'eau. C'est le cas du plantain d'eau.

Les Alismatales sont des plantes à rhizome, sans mycorhizes, mais avec des grains d'amidon de type ptéridophyte. Chez certaines Alismatales, il semble exister une fusion entre les bractées sous-jacentes à fleurir et les tépales abbatiaux. [13],

- **Classe Liliopsida**

Les plantes Liliopsidées de la classe Liliopsida regroupent, en botanique, des plantes vertes vascularisées contenant la famille des Liliacées. Elle est considérée comme synonyme (ou

presque synonyme) avec les monocotylédones Monocotylédone. La classe intègre des plantes herbacées (et quelques ligneuses) produisant toutes des fleurs.

Certaines de ces plantes à fleurs, des liliacées, sont bien connues comme les orchidées, les Broméliacées, les iris, les joncs et carex... La classe est constituée de près de 60 000 espèces d'angiospermes.

Les liliopsidées sont principalement herbacées, moins de 10% des espèces étant plus ou moins ligneuses avec un cambium vasculaire typique de la classe. Les monocotylédones ligneuses, contrairement aux dicotylédones ligneuses, ont généralement une tige non ramifiée avec une couronne terminale de grandes feuilles. L'habitat aquatique a été largement utilisé par différentes lignées de monocotylédones. Des éléments de l'anatomie des plantes manquent souvent ou sont parfois limités à des organes spécifiques. Les faisceaux vasculaires de la tige sont habituellement dispersés ou portés dans 2 anneaux ou plus. Le système racinaire mature est complètement adventice. Un seul cotylédon est présent ou l'embryon est parfois indifférencié. Les feuilles sont principalement veinées, parallèles ou parallélinervées.

Pour la reproduction, les parties florales sont généralement portées par séries de 3, rarement 4 et presque jamais 5. Le pollen est uni-purulent ou unipare.

Bien qu'en principe, il soit vrai que la composition de cette classe varie avec le système taxonomique utilisé, dans la pratique, ce nom est très fortement lié au système Conquis: il se réfère au groupe plus largement connu sous le nom monocotylédone. Les systèmes antérieurs mentionnent ce groupe par le nom Monocotylédones. [14]

1.3.5 Composition chimique

Des principales compositions chimiques composantes de la fibre de Posidonie est illustrée dans le Tableau 1. La fibre est composée des holocelluloses (cellulose+ hémicelluloses) qui constituent le composant majeur, le reste étant constitué d'une faible teneur des graisses et cires.

Tableau 1.1: Composition chimique des fibres de Posidonie

Taux en %	Feuilles brutes
Cellulose	48.39
Hémicellulose	18.91

Holocellulose	67.3
Lignine	23.12
Pectine	4.78
Graisses et cires	4.8

Les fibres de Posidonie Oceanique ont un taux élevé de lignine. Elles peuvent être considérées comme un prometteur biologique pour améliorer l'adhésion fibre-matrice dans des applications de matériaux composites. D'après ces résultats, on trouve que les graisses et les cires sont complètement dissoutes pour les fibres traitées, le taux de pectine a augmenté et les autres composants ont légèrement varié. Dans le Tableau 2 est illustre la composition chimique des feuilles de Posidonie brutes et bouillies. [15]

Tableau 1.2: Composition chimique des feuilles de Posidonie

Taux en %	Feuilles brutes
Cellulose	41.3
Hémicellulose	19.83
Holocellulose	61.13
Lignine	29.57
Pectine	5.6
Graisses et cires	3.7

Les feuilles de Posidonie contiennent un taux d'holocelluloses inférieur à celui des fibres bouillies ou non. Par contre, elles contiennent un taux plus élevé de lignine et de pectine. Les graisses et les cires n'ont pas été complètement dissoutes pour les feuilles traitées, le taux de pectine a augmenté et les autres composants ont légèrement varié. L'ébullition a dissout les graisses et les cires pour les fibres et les feuilles de Posidonie sans affecter le taux d'holocelluloses. [15]

1.3.6 Utilisation

-nous on s’intéresse à l’utilisation de cette plante comme un renfort dans une matrice cimentaire.

-des essaies de résistance mécanique et thermique seront faites afin de mettre en valeur cette plante dans le domaine de construction et de matériaux composites en Algérie.

L'utilisation de fibres naturelles dans l'application de matériaux composite est en plein expansion

ou pour emballer des objectas fragiles (en Italie on l'appelait, en pharmacologie on utilisait les feuilles pour soigner des inflammations et des irritations.

- **Production de biogaz**

En certaines régions méditerranéennes elles sont encore utilisées dans l'alimentation des animaux, On étudie actuellement la possibilité d'utiliser la posidonie océanique pour la production de biogaz

Les chercheurs ont réussi à transformer cette espèce végétale en matériau d'isolation fiable. Pendant l'automne, l'hiver et le printemps, les plages de Méditerranée sont jonchées de petites boules de fibres, ou aegagropiles, provenant de l'espèce Posidonie océanique (Posidonie de Méditerranée). Bien que ces feuilles sont considérées de déchets solides et se retrouvent dans des décharges, ce matériau abondant et renouvelable est en fait plus précieux qu'on ne le pense. La plante dispose d'une variété de caractéristiques intéressantes à la construction de bâtiments

- **La construction**

-comme une quasi-ininflammabilité et une résistance à la moisissure.

-Elle peut être utilisée comme matériaux d'isolation sans additifs chimiques, et peut être 0appliquée entre les chevrons de toits et contre les murs intérieurs.

- Les fibres de la plante agissent comme tampon, absorbant la vapeur d'eau et la relâchant sans porter atteinte à sa capacité d'isolation. Avec une teneur en sel de 0,5 à 2%, les aegagropiles peuvent être utilisés comme matériau d'isolation impérissable. [16]

1.3 Conclusion :

L'objectif de cette thèse étant de voir le potentiel de la valorisation des fibres marines de *Posidonie-Océanique* pour la fabrication des matériaux de l'habitat, l'étude bibliographique réalisée dans ce premier chapitre permet de justifier la démarche et la méthodologie qui seront retenues. Les points suivants peuvent en être tirés :

- Bien qu'elles possèdent généralement des propriétés mécaniques inférieures aux fibres inorganiques, les fibres naturelles possèdent plusieurs avantages comme la biodégradabilité, le faible coût et la légèreté. C'est pourquoi actuelle<ment plusieurs recherches sont menées sur l'usage de fibres naturelles issues de multiples ressources renouvelables.

Pour conserver de bonnes propriétés mécaniques des composites, nous allons travailler dans la gamme de fractions volumiques en fibres de 0 à 4%.

La synthèse bibliographique effectuée permet de justifier certains choix notamment en ce qui concerne les formulations des composites (quantité d'eau, quantité de fibres,…). Elle sert également comme une base de données pour comparer nos résultats avec les résultats des travaux antérieurs.

Chapitre 02 :

Matériaux et essais

2.1 Introduction :

L'objectif de Ce chapitre est de présenter les différents matériaux et les techniques expérimentales utilisées dans notre étude. On présente en première partie les caractéristiques et les propriétés des matériaux de base utilisés dans la composition des mortiers.

Dans une seconde partie, on exposera la méthode de formulation adoptée dans les différentes compositions des mortiers. Ensuite, on présente les essais réalisés au cours de notre investigation sur les mortiers et les composites obtenus à l'état frais et à l'état durci.

Le mortier est caractérisé à l'état frais par les essais spécifiques suivants :

- La maniabilité
- La densité

A l'état durci nous avons évalué l'absorption capillaire.

En ce qui concerne l'étude de l'influence de haute température sur les propriétés De différents mortiers, nous avons réalisé les essais suivants :

-La résistance à la compression et à la traction par flexion

- Les propriétés thermiques

2.2 Matériaux utilisés

Les caractéristiques des matières premières utilisées pour la confection des mortiers sont présentées ci-après.

2.2.1 Le sable

Le sable utilisé dans cette étude est un sable de carrière d'OUED SOUF situé à 500 Km au Sud Est de la capitale d'Alger, sa classe granulaire est 0/3. (La figure 2.1)suivante donne un aperçu sur la nature du sable utilisé .L'analyse granulométrique de sable utilisée est présentée sur (la figure.2.2) et Les caractéristiques physiques du sable utiliseront regroupées dans (le

tableau2.1) ci-dessous.



Fig.2.1 l'aspect général de Sable utilisé.

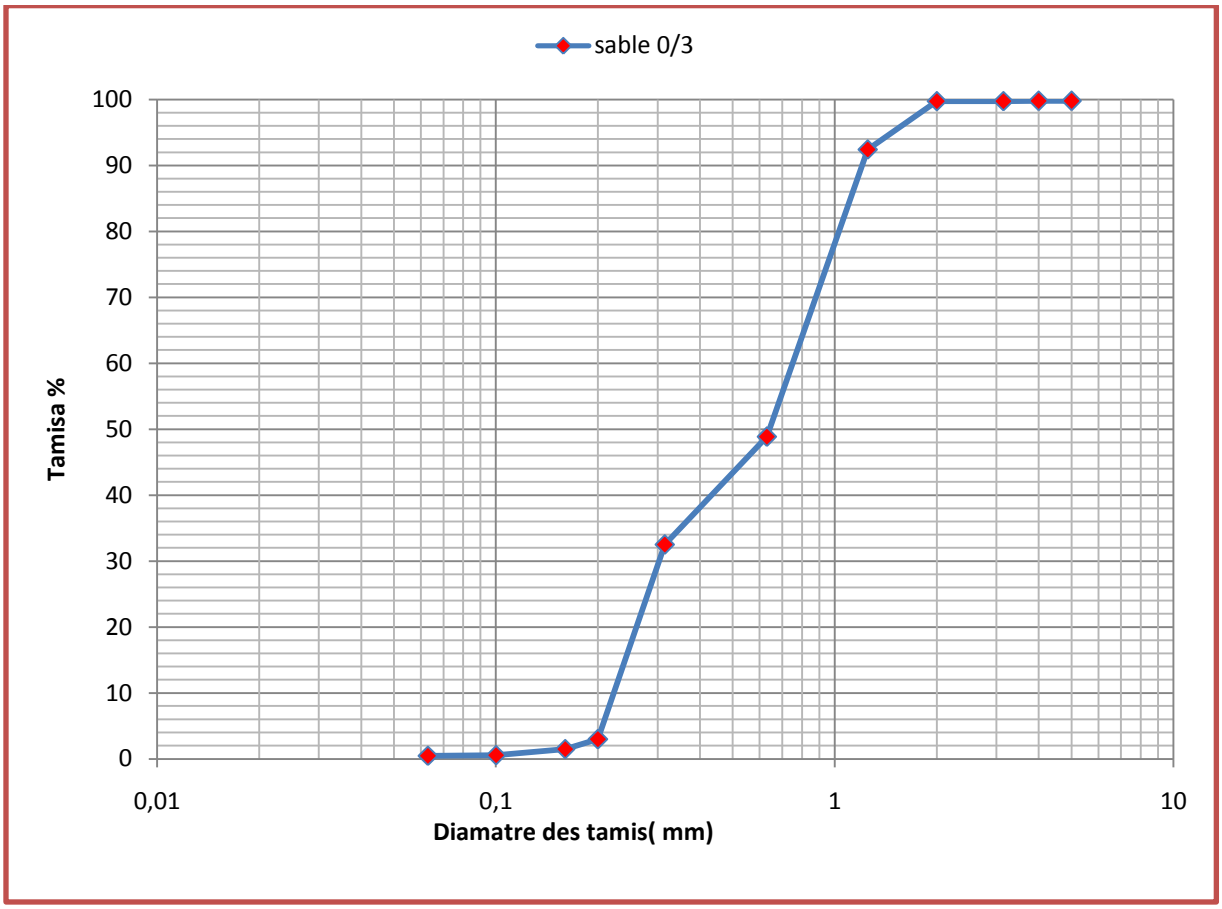


Fig.2.2 Courbe granulométrique de sable utilisée.

Tableau 2.1 Caractéristiques physiques des sables utilisés.

Caractéristiques	**Sable**	**Normes**
Classe granulaire	**0/3**	NF EN 933-1 **[58]**
Module de finesse	2.25	NF EN 933-1 **[58]**
Masse volumique absolue (Kg/ m^3)	2.63	NF EN 1097-6 **[59]**
Masse volumique apparente (Kg/m^3)	1.57	NF EN 1097-3 **[60]**
La compacité (%)	59	NF EN 1097-3 **[60]**

La porosité (%)	41	NF EN 1097-3 **[60]**
Equivalent de sable (%)	81.9	NF EN 933-8 **[57]**
Coefficient d'absorption d'eau (%)	0.42	NF EN 1097-6 **[59]**

2.2.2 Ciment

Il s'agit de ciment de ''MATINE '' CPJ-CEM II/A 42.5, qui a une résistance minimale à la compression à 28 jours de 42,5 MPa (Fig. 2.4), une masse spécifique de 3,1 g/cm3, et une finesse de 3964 cm2/g produit par la cimenterie d'Oggaz (Mascara) dont l'ajout est le calcaire. MATINE est un ciment gris de hautes résistances initiales et finales, résultat de la mouture du clinker obtenu par cuisson jusqu'à la fusion partielle d'un mélange convenablement dosé et homogénéisé de calcaire et d'argile. Ce ciment est constitué d'oxydes minéraux dont les principaux sont la chaux (CaO) à fonction basique et la silice (SiO2) à caractère acide. On trouve également l'aluminium (Al 2O3) et le fer (Fe2O3). Ils sont rendus aptes à réagir entre eux et avec l'eau par traitement thermique à des températures comprises entre 1300 °C et 1500°C.

En présence d'eau à lieu la réaction d'hydratation consistant en la formation d'un réseau résistant constitué principalement de microcristaux de silicates de calcium hydratés. MATINE présente des performances mécaniques et des caractéristiques physicochimiques conforment à la norme NA 442 [17]



Fig. 2.3 Ciment MATINE

(Le tableau2.2) résume la composition chimique et (le tableau 2.3) représente la composition minéralogique du ciment utilisé Les caractéristiques physicomécaniques sont représentées dans (le tableau 2.4). L'analyse chimique du ciment menée par rayon X met en évidence l'existence des éléments de la composition minéralogique (Fig. 2.5). Néanmoins, cette analyse a un aspect qualitatif et non quantitatif. Cette analyse confirme l'existence des C_3S, C_2S, C_3A et C_4AF.

Tableau 2.2.Composition chimique des ciments MATINE

SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	SO3	CaO_{libre}	Cl	R_{inso}	PF
23.83	6.05	4.66	56.35	2.44	0.83	0.58	2.37	0.76	0.035	6.51	2.23

Tableau 2.3.Composition minéralogique des ciments MATINE

C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	CaO libre	Gypse	Ajout
59	16	7	12	1	5	17 % calcaire

Tableau 2.4 : Essai physiques sur le ciment MATINE

Caractéristique	**Valeur**
Masse volumique absolue (g /cm^3)	0.99
Masse volumique apparent (g/cm^3)	3.04
Consistance normale de la pâte de ciment(%)	25.5-28.00
Prisométrie (Min) - **Début de prise** - **Fin de prise**	 120-180 210-280
Classe de résistance(MPa)	≥ 42.5& 62.5
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1000
Finesse (BLAINE) (cm^2/g)	4300-4800
Expansion (mm)	0.50– 2.50

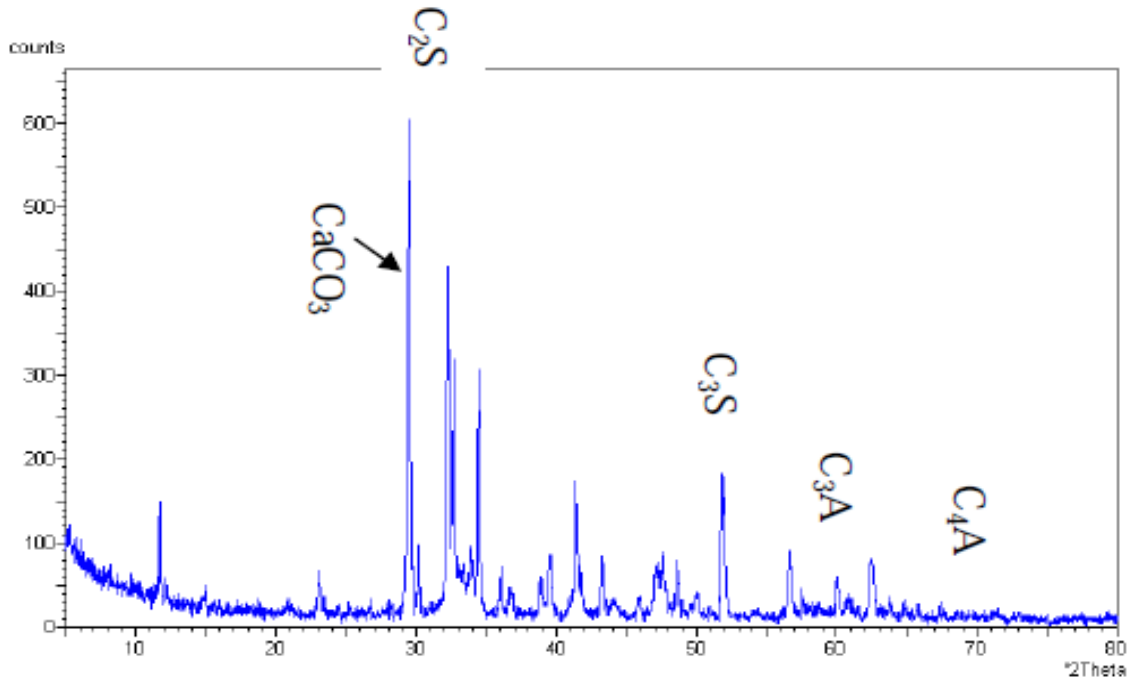


Fig.2.4. Diagramme de DRX appliqué sur le CEM II/B 42.5 MATINE

2.2.3 Adjuvant

L'adjuvant utilisé est un super plastifiant réducteur d'eau fabriqué par la société Algérienne GRANITEX, commercialisé sous l'appellation MED Flow 30 de forme liquide de couleur marron, d'un PH égal à 6, de densité 1,04 ± 0,01 et d'une teneur en chlore < 1g/L.

2.2.4Eau de gâchage

L'eau qui a été utilisée pour le gâchage est une eau potable de distribution de notre laboratoire, exempte d'impuretés, et sans aucun traitement supplémentaire. Le PH mesuré régulièrement est voisin de 7,5.

2.2.5 Posidonie

Ce sont des déchets sous forme d'un fibre (Fig.2.5) léger, leur densité est inférieure à celle de l'eau, obtenus par la récupération manuel de déchets de posidonie « après leur usage » , après avoir étaient récupérée (triée) , puis séchés dans le four puis extrudés dans la masse du mortier

par addition volumique du sable avec des pourcentage de déchet de posidonie de 1%,2%,3% et 4%



Fig. 2.5 le déchet Posidonie océanique

2.3Composition des mélanges

La composition du mortier la confection des éprouvettes est basée sur la formulation de mortier normalise. Les déchets de posidonie océane sont incorporés dans la masse du mortier par addition volumique du sable avec de pourcentage de 1%, 2%,3%,4% Les familles du mortier obtenu sont répertoriées comme suit :

MT : Mortier témoin.

MPO : Mortier à base de la posidonie océanique

La composition de chaque famille du mortier est codifiée et mentionné dans le tableau 2.8 suivant :

Tableau 2.5. Composition des mélanges réalisés (pour 1 m³) (***** % par rapport à la masse du ciment

Mortier					
	MT	**MDC**			
		1%	2%	3%	4%
Sable (Kg/m^3)	1350	1350	1350	1350	1350
Ciment (Kg/m^3)	450				
Déchet MPO (G)	0	3	6	9	12
Adjuvant (%)*	0.4	0.6	0.8	1	1.2
Eau (l/m^3)	225				

2.4Malaxage et conservation

Le malaxage des mortiers se fait en malaxeur à mortier d'une capacité de 5 L (Fig.2.8).L'introduction des constituants se fait du plus gros au plus fin. Le but recherché est de répartir, le plus régulièrement possible, chaque constituant afin d'assurer un mélange homogène et d'obtenir ainsi les mêmes propriétés. Le malaxage de chaque mélange se fait de la manière suivante :

- On verse les gros grains (le sable)
- Puis en verse les fines et le ciment
- On malaxe pendant 1 minute
- On verse de l'eau et la moitié de la quantité d'adjuvant et on continue le malaxage pendant 1 minute1
- On verse le reste de l'adjuvant et on mélange pendant 1 minute.

-L'introduction de la fibre de posidonie été effectué au dernier (après l'introduction du sable et avant l'introduction du ciment).



Fig.2.6. Le malaxage des bétons au laboratoire

2.5Essai réalisé à l'état frais

Juste après chaque malaxage, un essai sur mortier frais ont été réalisés :

2.5.1 La maniabilité

La Maniabilimètre LCL (B) nous permis d'apprécier la fluidité d'un béton de sable qu'est l'objet des essais définis parles normes NF P 18 - 452 [31].



Fig.2.7. Mesure de la maniabilité du mortier La masse volumique du mortier a été mesurée selon la norme NF EN 12350-6[32](Fig.2.12).

2.6 Fabrication et confection des éprouvettes

Les différents types de mortier sont tous fabriqués dans l'environnement de laboratoire. Le mortier a été coulé dans des moules prismatiques 4x4x16 cm conformément à la norme NFEN 12390-2.Elles ont été coulées dans les moules en plusieurs couches et mises en place par vibration à table vibrante. Juste après la confection, toutes les éprouvettes ont été couvertes afin d'éviter le risque d'évaporation excessive et le retrait plastique. 24 heures après la confection, les éprouvette sont été démoulées et conservées selon deux modes différents : dans l'eau à 20°C ± 2°C et à l'air libre d'un climat moyen (laboratoire) (Fig2.10)



Fig. 2.9. Fabrication des éprouvettes

Les échantillons conservés dans l'eau ont été séchés à l'atmosphère de laboratoire pendant environ 24 heures avant l'âge d'essai et jusqu'à poids constant.



Fig. 2.10. Conservation des éprouvettes à l'air libre

2.7. Essais sur Mortier durci

2.7.1 Essais de compression

La résistance à la compression a été mesurée selon la norme [NF EN 196-1] [33]par compression axiale pour demi-prisme d'éprouvettes prismatiques de dimensions 4×4×16 cm (Fig. 2.13), à l'âge 7, 28 et 90 jours, à l'aide d'une presse hydraulique de capacité maximale de 2000 KN conforme à la norme [NF P 18-412] [34].

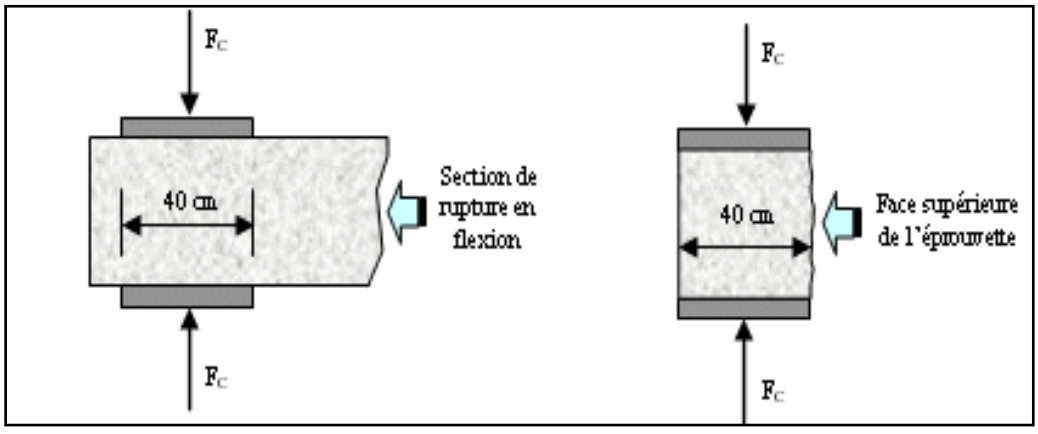


Fig.2.11. Dispositif de rupture à la compression

Les demi-prismes de l'éprouvette obtenus après rupture à la traction seront rompus à la compression comme indiquée sur la Figure 2.19, la contrainte de rupture est calculée comme suit :

$$R_C = \frac{F_C}{b^2} \quad \text{……..…… (Equation 4.7)}$$

R_C : Résistance à la compression en (MPa)

F_C: Charge de rupture en (N)

B : Côte de l'éprouvette est égale à 40mm.



Fig.2.12. Essais de compression

2.7.2Les propriétés thermiques

Dans notre travail, nous avons étudié et tester les propriétés thermiques des bétons desables à base du Marc de café par l'utilisation de l'appareil ''CT METRE''. Suivant la norme Le CT METRE Norme de référence NF EN 993-15

C’est un appareil aisément transportable, a été élaboré dans le but de permettre d’évaluer avec précision, les caractéristiques de résistance thermique d’un certain nombre de matériaux tels que la brique, les roches, le bitume et le béton. Le CT-mètre se compose de deux éléments qui sont l’organe de commande, chargé de générer la puissance de chauffe et d’interpréter la courbe d’élévation de température induite dans le matériau à tester ; et la sonde chargée de transmettre la puissance de chauffe et de recueillir la température induite.[10]

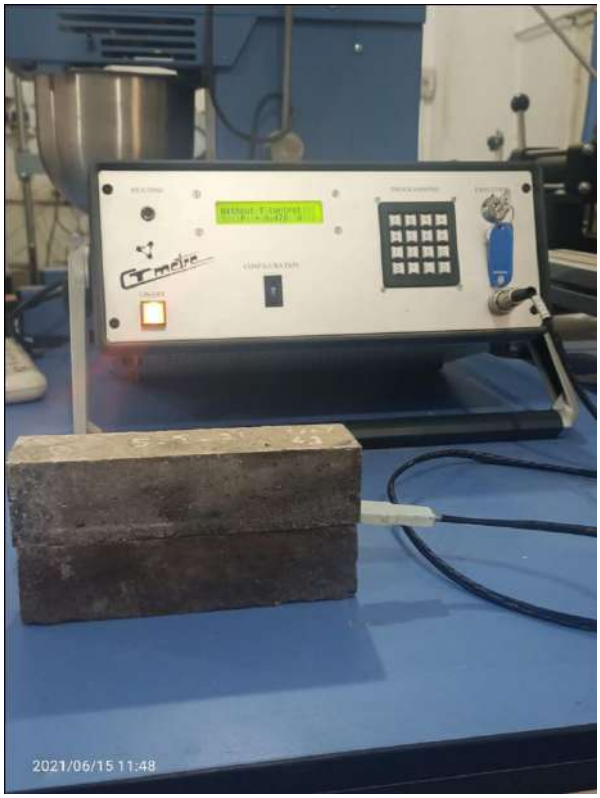


Fig2.13. Le CT-mètre

2.8 Variables étudiées

Les variables d'étude utilisés au cours de ce travail sont résumées dans la Figure suivante

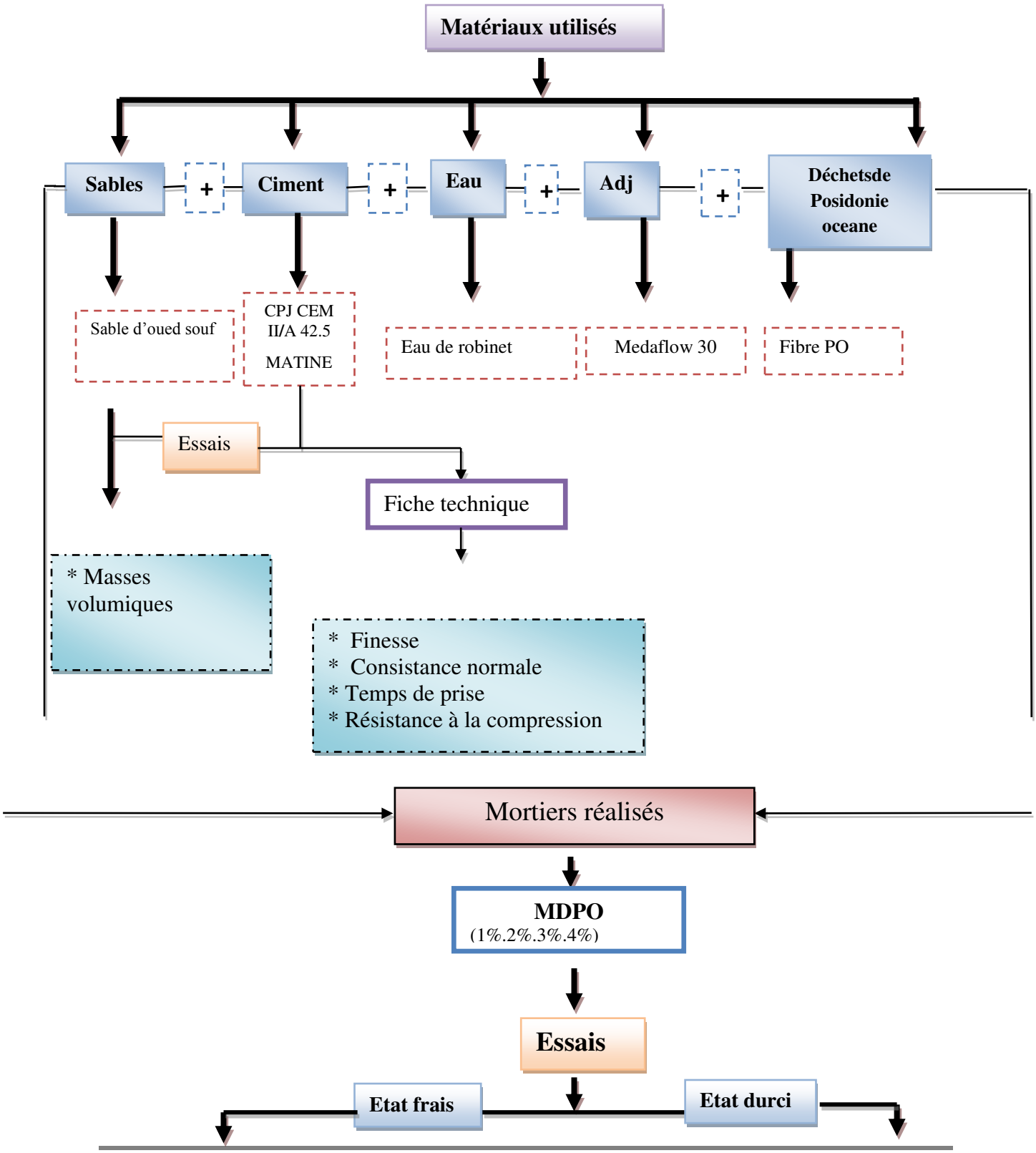




Fig.2.15. Variables étudiées.

2.9 Conclusion

L'utilisation de fibres naturelles dans l'application de matériaux composite est en plein expansion

La variété des espèces en Algérie nous offre de multiple choix,

La posidonie est une plante marine qui se trouve sur plusieurs plages en Algérie, les recherches faites sur cette plante montrent des résultats prometteurs pour son utilisation dans les matériaux composites pour améliorer leur résistance mécanique et son isolation thermique

Cette partie de l'étude a successivement traité les points suivants :

- Caractérisation physico-chimique des matériaux utilisés dans les compositions des mortiers

- Les procédures expérimentales et les essais réalisés sur les différents mortiers à base de déchets de posidonie océane à l'état frais et à l'état durci au cours de cette étude.

Chapitre 03 :

Résultats et interpétations

3.1 Introduction

Les résultats des essais effectués sur les différents mélanges obtenus seront représentés dans ce chapitre.

3.2. Influence de déchets la Posidonie océanique sur le comportement des mortiers

3.2.1 Caractéristiques de mortier à l'état frais

3.2.1.1 Etalement

Les résultats sont représentés sur un histogramme (Figure 3.1) nous permet de comparer les valeurs du l'étalement des différents mortiers réalisés.

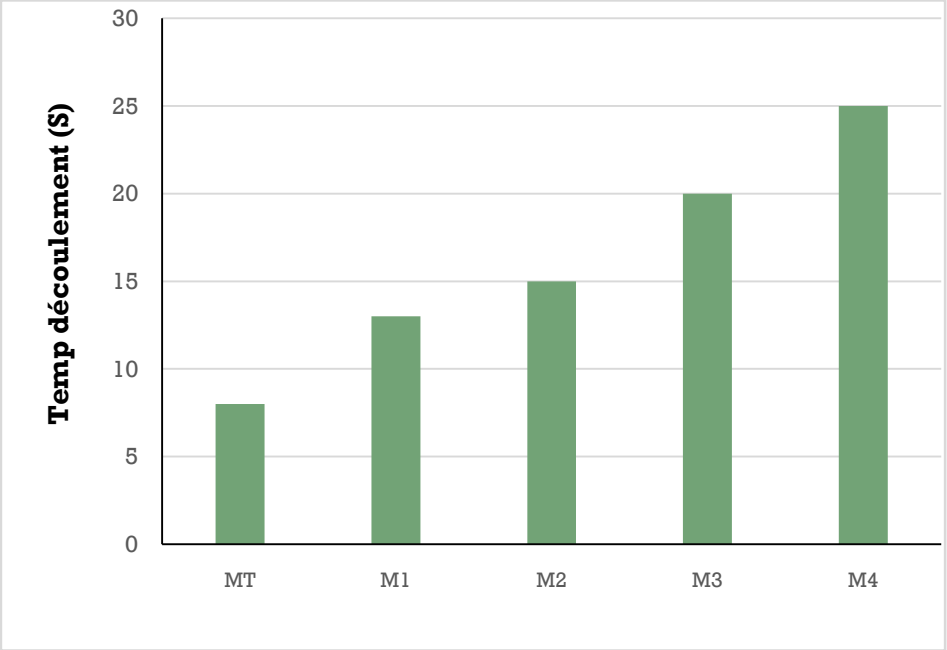


Fig.3.1. Temps d'écoulement des mortiers à base de déchets la Posidonie océanique

Les résultats obtenus montrent que le temps d'écoulement des mortiers varie en fonction du pourcentage d'ajout des fibres de la Posidonie océanique. On constate aussi que plus le pourcentage de cette plante augmente, plus le temps découlement augmente aussi .Cela est due à la fois à la forme et à la surface des fibres de ce déchets qui jouent un rôle d'obstacle dans le mélange.

Pour ce qui s'en suit, et pouvoir comparer les résultats obtenus à l'état durci, on a varié la quantité d'adjuvant pour obtenir un étalement constant (compris entre 7 (S) et 10 (S) est visé) (Voir tableau de formulation)

3.2.2 Caractéristiques du BSF à l'état durci

- **Résistance à la compression**

Pour chaque essai, les résultats sont la moyenne de trois (03) mesures prises sur des éprouvettes de 4x4x16cm^3 à l'âge de 7 et 28 jours. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure suivante :

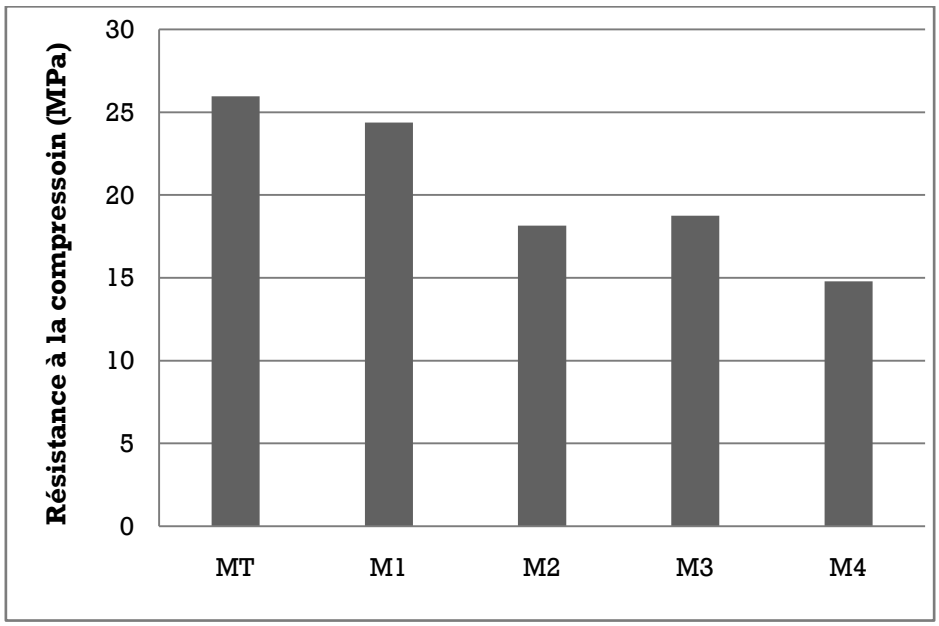


Fig.3.2. La résistance à la compression à l'âge de 7 jours des mortiers à base de déchets la Posidonie océanique

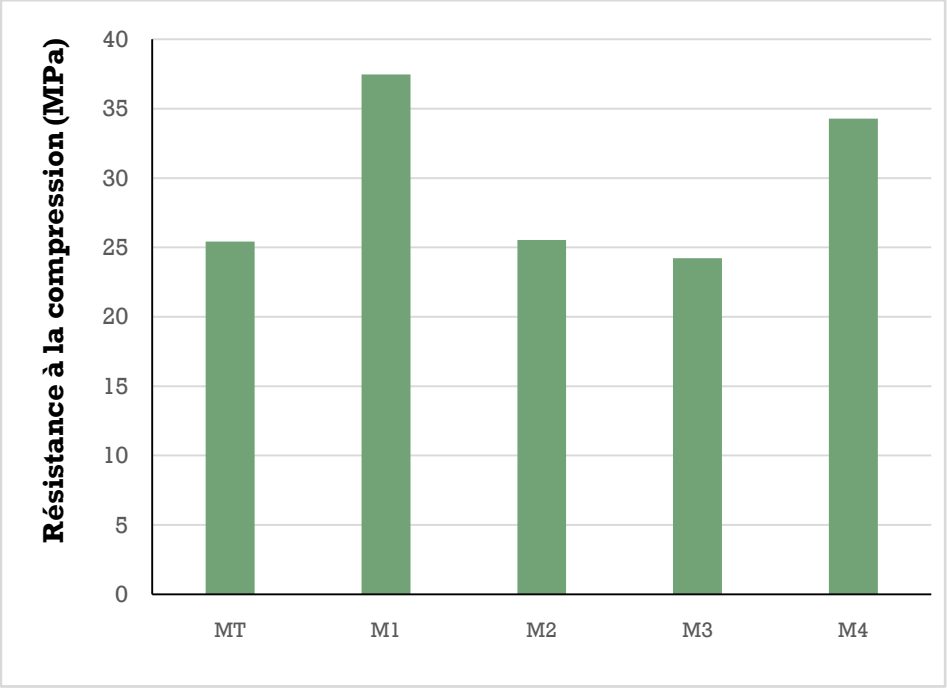


Fig.3.3. La résistance à la compression à l'âge de 28 jours des mortiers à base de déchets la Posidonie océanique.

Les résultats présentés montrent que la résistance à la compression des mortiers est améliorée en fonction d'ajout de déchets la Posidonie océanique. Le gain est estimé à 32% pour le M1 qui représente l'optimum des BSF. Cette augmentation de la valeur de résistance à la compression est liée essentiellement à la bonne adhérence entre les fibres de la Posidonie océanique qui engendre une amélioration de la résistance du mortier. Ces résultats confirment les résultats des plusieurs chercheurs dans le domaine [18-20]. Finalement, l'utilisation de ces types des bétons est recommandée dans la construction de béton structurel.

- **La résistance à la traction par flexion**

Pour chaque essai, les résultats sont la moyenne de trois (03) mesures prises sur des éprouvettes de 4x4x16cm^3 à l'âge de 3,7 et 28 jours. Les résultats obtenus sont illustrés dans les figures suivant :

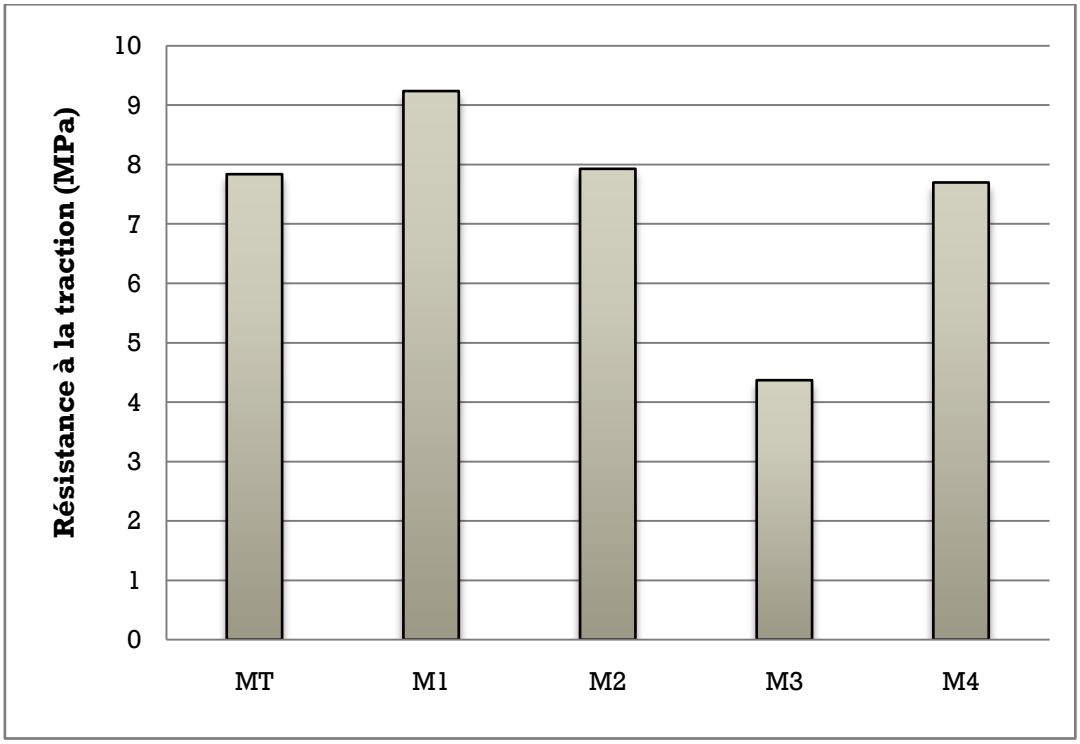


Fig.3.5. La résistance à la traction par flexion à l'âge de 7 jours des BSF à base de déchets la Posidonie océanique.

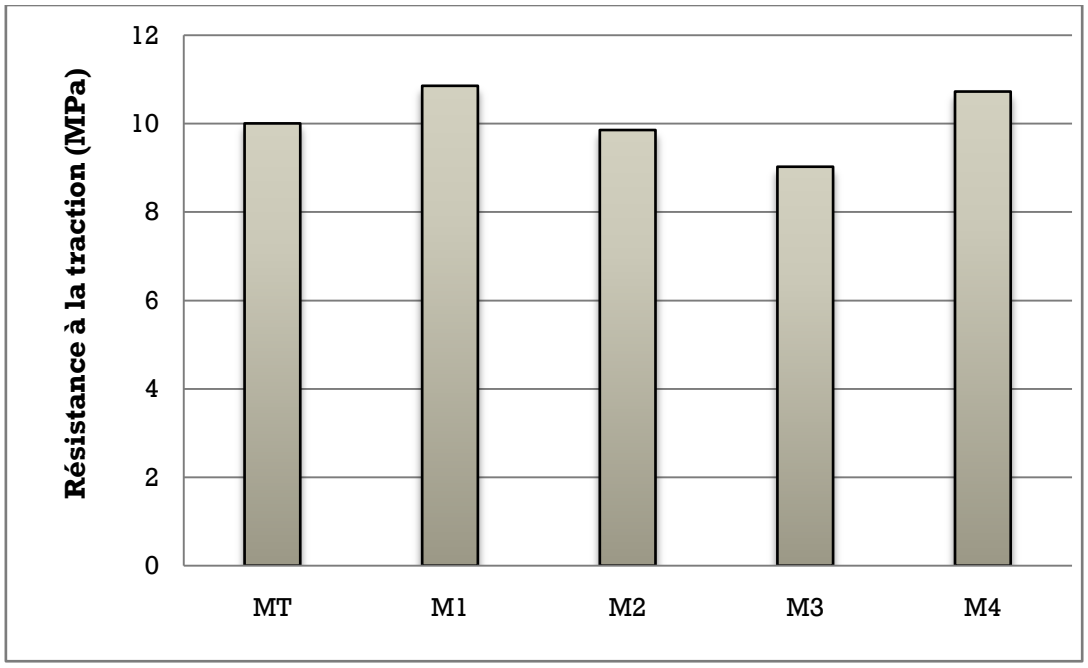


Fig.3.5. La résistance à la traction par flexion à l'âge de 28 jours des mortiers à base de déchets la Posidonie océanique

Les figues ci-dessus montrent que quelque soit l'âge du béton la résistance à la traction par flexion du mortier est améliorée légèrement en fonction d'ajout de 1% et 2% de Posidonie

océanique. Ceci est expliqué par le fait que les fibres contribuent à la couture des macro-fissures. Ce résultat confirme les résultats trouvés par plusieurs chercheurs dans ce domaine [18-20]. On peut conclure finalement que l'emploi et l'utilisation de ces types des matériaux est recommandé dans les éléments de réparation.

➢ **Conductivité thermique**

Pour chaque essai, les résultats sont la moyenne de trois (03) mesures prises sur des éprouvettes de 4x4x16cm^3 à l'âge de 28 jours. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure suivante :

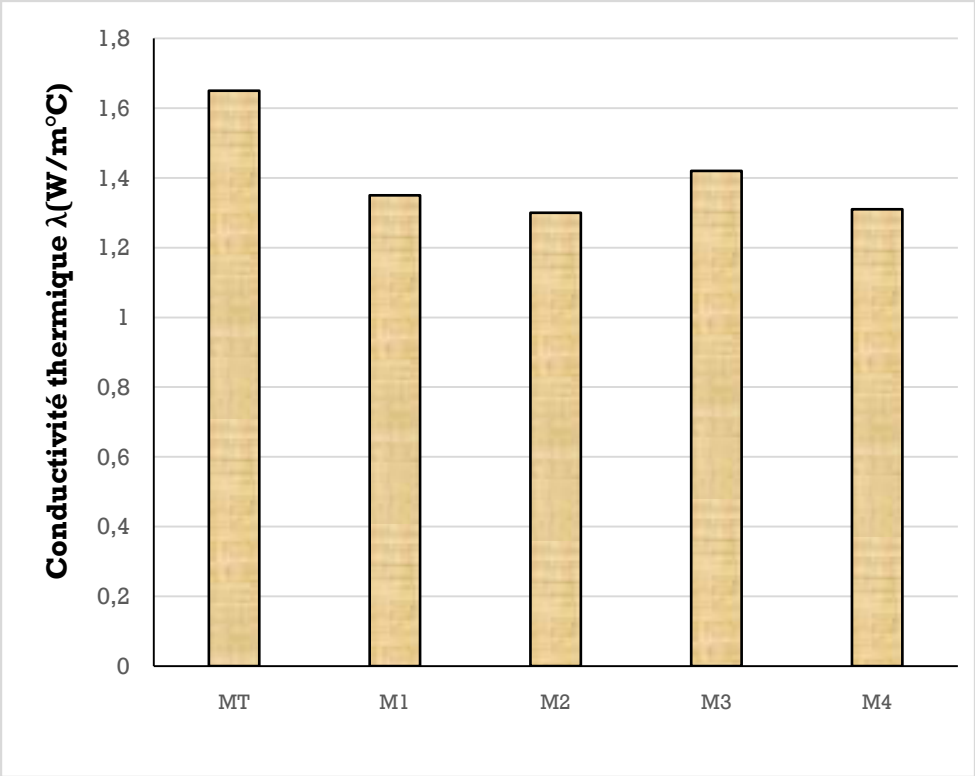


Fig.3.7. Conductivité thermiques de mortier à base de déchets la Posidonie océanique.

Les résultats obtenus montrent que la conductivité thermique de mortiers obtenus est diminuée avec l'augmentation du pourcentage du déchet de la Posidonie océanique. La dégression est estimée à 28% par rapport au mortier témoin. Cette diminution est due à la conductivité thermique du déchet de la Posidonie océanique qui est plus faible que celle du sable naturel (2 W/m°C). Ce résultat confirme les résultats trouvés par plusieurs chercheurs [18-21].

1.6 Conclusion

Sur la base des résultats obtenus on conclut que :

- Le temps d'écoulement de mortier est augmenté en fonction d'augmentation de pourcentage de la Posidonie océanique.

- La résistance à la compression de BSF à l'âge de 28 jours argumente d'environ 32% en fonction d'ajout de 1% de la Posidonie océanique.

- La résistance à la traction par flexion de mortier est améliorée légèrement en fonction d'ajout de 1% et 2% de la Posidonie océanique.

- La conductivité thermique du mortier est diminuée en fonction d'augmentation de pourcentage de la Posidonie océanique.

Conclusions générales et Recommandations

Conclusions générales

L'objectif essentiel de ce travail et de voir l'influence de la valorisation de la Posidonie océanique sur les caractéristiques de mortier de ciment à l'état frais et durci. Les résultats de cette étude ont donné les conclusions suivantes :

- L'ajout de la Posidonie océanique influe négativement sur l'étalement du mortier.
- La résistance à la compression de BSF à l'âge de 28 jours argumente d'environ 32% en fonction d'ajout de 1% de la Posidonie océanique.
- La résistance à la traction par flexion de mortier est améliorée légèrement en fonction d'ajout de 1% et 2% de la Posidonie océanique.
- La conductivité thermique du mortier est diminuée en fonction d'augmentation de pourcentage de la Posidonie océanique. par conséquent son pouvoir isolant augmente.

Sur la base des résultats obtenus, on recommande l'utilisation de ces types des bétons dans les éléments de séparation (Panneaux préfabriqué, panneaux de sandwich….ect).

Recommandations

Nous recommandons pour des futurs travaux l'étude :

- Durabilité du béton de sable fluide à base de la Posidonie océanique.
- Influence de déchets plastique et de déchets de la Posidonie océanique sur la performance de mortier.
- Influence des fibres métalliques déchets de la Posidonie océanique et déchets coquillage sur le comportement de mortier.
- Etude de la pompabilité des bétons de sable fluide à base déchets de la Posidonie océanique.

Référence

[1] Bétons et mortiers, COLLECTION TECHNIQUE CIMBÉTON, Préparation et mise en œuvre sur chantier, https://docplayer.fr/14934853-Collection-t-echnique-c-imbeton-betons-et-mortiers-preparation-et-mise-en-oeuvre-sur-chantier-cim.html, CIMBÉTON

[2] Travaux Maçonnerie, Matériaux, https://www.travaux-maconnerie.fr/differents-types-mortier , 10/02/2016

[3] Melle. SettariChafika, Université Dr.Yahia Farés de MEDEA, Projet de Fin d'études, Etudes des effets climatiques sur le comportement sur mortier, 2010-2011.

[4] Les bétons : formulation, fabrication et mise en œuvre, COLLECTION TECHNIQUE CIMBÉTON, FICHES TECHNIQUES, CIMBÉTON.

[5] Yates, J. (2015). Montréal, nouvelle destination d'affaires écoresponsable. In Médias TranscontinentalS.E.N.C.Actualités.http://journalmetro.com/actualites/montreal/804608/montreal-nouvelle-destination-daffairesecoresponsable/ (Page consultée le 5 juillet 2012).

[6] Ons Hamdaoui, Caractérisation thermique et mécanique de fibres
Naturelles d'origine marine en vue de leur utilisation dans les matériaux de l'habitat, 2018

[7] M. Z. e. S. L. Allègue, "Développement des composites ciments à base de Posidonia Oceanica," in *4ième Congrès International Conception et Modélisation des Systèmes Mécaniques CMSM'2011*, 2011

[8] la Posidonie oceanique, https://www.aquaportail.com/aquabdd/phones/posidonia-oceanica.jpg……

[9] Détails sur UN pied Posidonie océan en plein eau https://www.aquaportail.com/fiche-plante-3357-posidonia-oceanica.html….. .

[10] Posidonie oceanique
https://fr.vikidia.org/wiki/Posidonie_de_M%C3%A9diterran%C3%A9e

[11] Béton Mortier https://www.pavebeton.fr/differences-ciment-mortier-beton/

[12] Genre de posidonie https://www.wikiwand.com/fr/Posidoniaceae

[13] Famille Posidoniaceae https://www.aquaportail.com/taxonomie-ordre-6-alismatales.html

Référence

[14]Classe Liliopsida https://www.aquaportail.com/taxonomie-classe-5-liliopsida.html

[15] Caractérisation de l'herbier à Posidonie oceanique Delile (1813) de la cote occidentale algerienne (cap blanc) , 2013

[16] Utilisation de posidonie océane https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3082/

[17] NA 442, Normes Algérienne : "Ciment - Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants", 1994, 2000.

[18] Elena Olacia , Anna Laura Pisello , Vitaliano Chiodo , Susanna Maisano , Andrea Frazzica , Luisa F. Cabeza, Sustainable adobe bricks with seagrass fibres. Mechanical and thermal properties characterization, Construction and Building Materials 239 (2020) 117669

[19] L. Allègue, M. Zidi et S.Sghaier, Développement des composites ciments à base de Posidonia Oceanica, 4ième Congrès International Conception et Modélisation des Systèmes Mécaniques CMSM'2011, Sousse 30Mai-1Juin 2011, Tunisie

[20] L Alle`gue, M Zidi and S Sghaier, Mechanical properties of Posidonia oceanica fibers reinforced cement, Journal of Composite Materials 2015, Vol. 49(5) 509–517

[21] Ons Hamdaoui , Laurent Ibos , Atef Mazioud, Mohamed Safi , Oualid Limam, Thermophysical characterization of Posidonia Oceanica marine fibers intended to be used as an insulation material in Mediterranean buildings, Construction and Building Materials 180 (2018) 68–76

Annex

Fig.A 1. Ciment MATINE

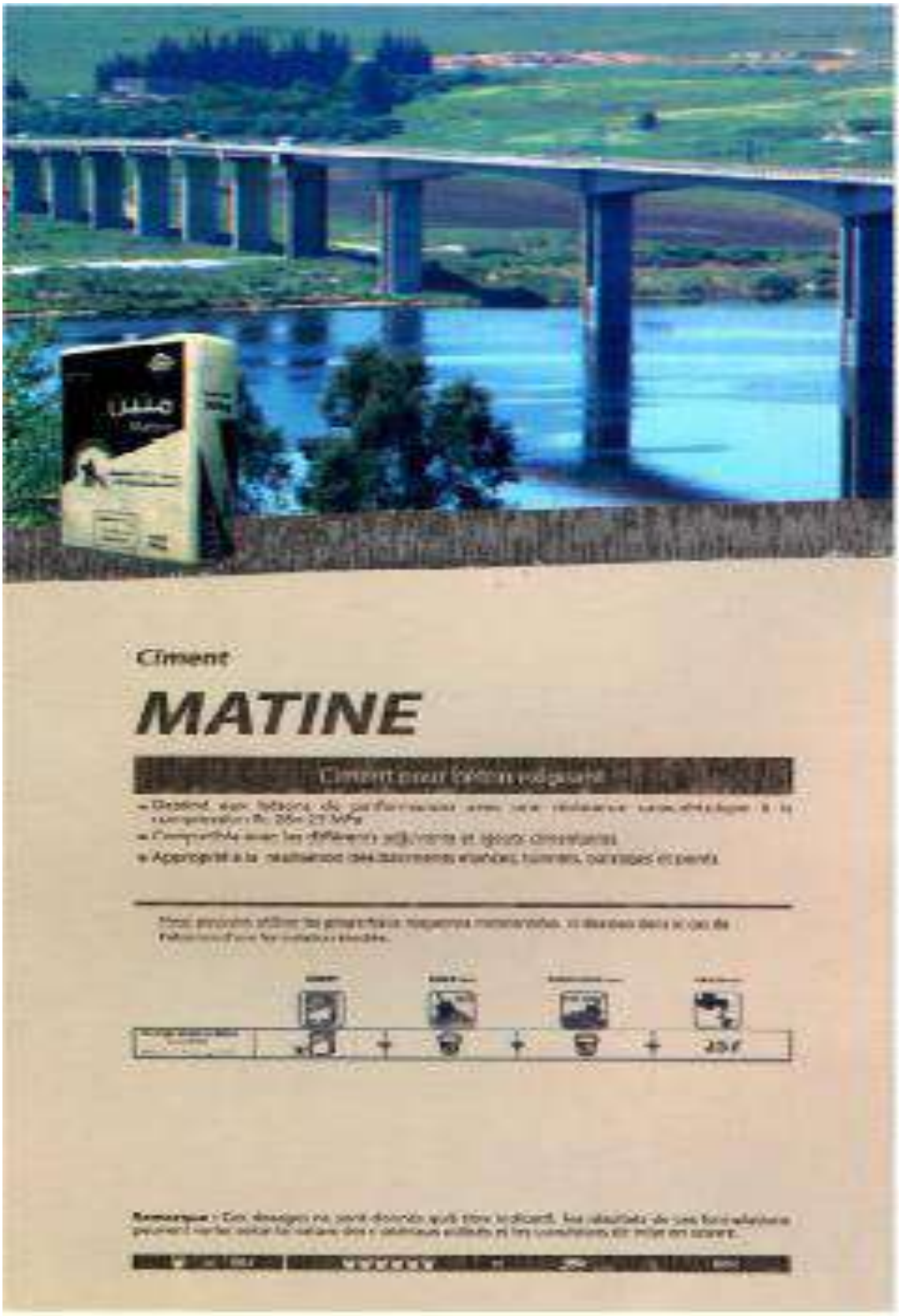


Fig.A 2. La fiche technique ciment.

LAFARGE
لافارج

MATINE

Ciment pour béton exigeant

CEM I/A 42,5 R NA 442

FICHE TECHNIQUE

MATINE est un ciment gris de hautes résistances initiales et finales, résultat de la mouture du clinker obtenu par cuisson jusqu'à la fusion partielle (clinkérisation) d'un mélange convenablement dosé et homogénéisé de calcaire et d'argile.

Ce ciment est constitué d'oxydes minéraux dont les principaux sont la chaux (CaO) à fonction basique et la silice (SiO_2) à caractère acide. On trouve également l'alumine (Al_2O_3) et le fer (Fe_2O_3). ils sont rendus aptes à réagir entre eux et avec l'eau par traitement thermique à des températures comprises entre 1300 et 1500°c. En présence d'eau a lieu la réaction d'hydratation consistant en la formation d'un réseau résistant (propriété hydraulique) constitué principalement de microcristaux de silicates de calcium hydratés.

MATINE présente des performances mécaniques et des caractéristiques physico-chimiques conforment à la norme NA 442, EN 197-1 et à la norme NF P 15-301/94 .

Domaine d'utilisation :

MATINE est utilisé pour tous les projets courants qui nécessitent des hautes résistances mécaniques mais ne présentent pas un besoin spécifique dans les ouvrages en béton qui ne sont pas exposés à des conditions sévères comme l'attaque des sulfates du sol ou de l'eau, ainsi que dans les ouvrages dans lesquels le béton n'est pas affecté par le taux de chaleur d'hydratation du ciment.

Les principales applications de ce ciment sont :

- Secteur habitat (logements et d'autres constructions civiles) :
- Secteur travaux publics (tunnels, ponts, port, aéroport .ect) :
- Secteur hydraulique (barrages, châteaux d'eau, stations d'épuration, stations de désallement,..ect) ;
- Secteur industriel.

Algerian Cement Company (SPA)
33, Rue des Pins. Hydra. Alger, Algérie
Tél.: +213 (0) 21 48 16 65
Fax : +213 (0) 21 48 16 71



Fig.A.3 . Tamiseuse électrique



Fig. A.4 . Malaxeur



Fig.A.5 . Essais d'équivalent de sable



Fig .A.6. Table vibreur



Fig .A.7 . Essais de la maniabilité.

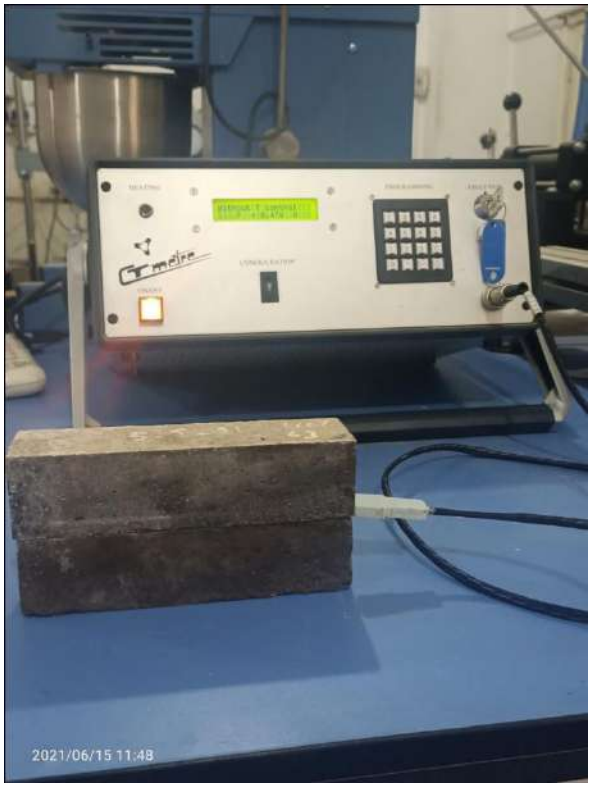


Fig .A.8 Le CT-mètre



Fig. A.9. Les éprouvettes aprés l'écrasement



Fig.A.10 Mesure de l'étalement de béton de sable fluide



Fig. A.11 Echantillon de béton avec posidonie oceanique