

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL ET
HYDRAULIQUE

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Spécialité : Génie Civil

Option : Structure

Thème :

*Contribution à l'étude des caractéristiques
mécaniques des mortiers renforcés par les fibres de
polypropylène (issues des déchets industriels)*

Présente par :

✎ FETNI Fatima Zahra

✎ GOUBI Hanane

Soutenu publiquement devant le jury composé de:

BELFERRAG Alloua

M.C.B Université d'Ouargla

Président

AKCHICHE Hamida

M.C.A Université d'Ouargla

Examinatrice

MOKHTARI Abdessamed

M.C.B Université d'Ouargla

Encadreur

DAHMANI Saci

Doctorate Université de
Tamanrasset

Co- Encadreur

Année universitaire : 2018/2019



Remerciements

Dans le cadre de la réalisation de cette étude, je remercie avant tous DIEU tous puissants, de m'avoir accordé la santé, guidée vers le bon chemin et de m'avoir permis d'accomplir la présente travaille.

On tient à exprimer notre reconnaissance et gratitude à nos encadreurs Monsieur Mokhtari Abdessmaede et Monsieur Dahmani Saci pour la bienveillance avec laquelle ils ont guidé notre travail, pour leur soutient, ainsi que pour les précieux conseils qu'ils nous ont prodigué. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

On tient à remercie vivement Monsieur, Belferrag Alloua, à l'université de Ouargla, qu'il nous a fait un grand honneur de présider notre jury de mémoire .

On tient à exprimer nos vifs remerciements à Madame Akchiche Hamida . qui nous a fait l'honneur d'être l'examinatrice de notre travail.

On en profite de remercier l'ensemble des enseignants du département de génie civil pour les efforts qui ont fourni lors de notre formation.

On voudrait également remercier l'ensemble des personnels L.N.H.C SUD-EST pour leur soutien durant l'élaboration de ce travail.

On associe à ces remerciements toutes les personnes qui, directement ou indirectement ont contribué à la réalisation de ce travail, en particulier Monsieur GOUBI RABIE ingénieur de l'entreprise CTC.

Dédicace

*A ma très chère Mère
A mon très cher Papa
A mes frères et*

A mon petite frère Bachir

A tous mes proches de la famille Goubi

A mon cher binôme FETNI FATIMA ZAHRA

A tous mes amis et mes collègues de l'université d'Ouargla

A tous ceux qui m'ont enseigné le long de ma vie scolaire

HANANE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A Celle qui m'a donné la vie et l'envie
de vivre, à celle qui m'a entouré de sa tendresse, à celle qui a attendu
avec patience les fruits de sa bonne éducation,
à ma très chère mère.*

*A celui qui a été toujours là pour moi, à celui qui m'indique la bonne
voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes, à
mon adorable papa.*

Mes très chers frères M. Ramzi et A. Amine

Mes très chers sœurs Laila et Nadjah

A tous mes proches de la famille FETNI

A mon cher binôme HANANE

A tous mes amis chacun par son nom

A tous les enseignants du département de génie civil.

FATIMA

ملخص :

إن تعزيز مواد البناء وخاصة الخرسانة والملاط ، بالألياف هي التقنية الأكثر والتي تهدف إلى تحسين الخصائص الميكانيكية .

في هذا العمل درسنا تأثير وخصائص استبدال ألياف البولي بروبيلين بطولين (2 سم و 4 سم)، مع نسب مئوية مختلفة (0.125 % ، 0.25 % ، 0.5 %) من كتلة الرمال، على سبيل التجربة. تأثير هذه الألياف على الخواص الميكانيكية للملاط.

التركيبية التي أعطتنا أحسن نتائج بالنسبة للضغط والانحناء هي التركيبية (L4-0.5. %) مع مقاومة للضغط (MPa) 25.41 و (16.01 MPa) للانحناء.

الكلمات المفتاحية: ملاط الألياف ، ألياف البولي بروبيلين ، مقاومة الضغط ، مقاومة الانحناء.

Résumé :

Le renforcement des matériaux de construction, en l'occurrence les bétons et mortiers, par des fibres est une technique de plus en plus utilisée dans le but d'améliorer leurs performances mécaniques.

Dans Ce travail nous avons étudié l'effet et les caractéristiques de l'incorporation de fibre polypropylène sur les caractéristique des mortier en utilisé deux longueur (2cm et 4cm), avec les pourcentage (0.125%, 0.25%, 0.5%) de la masse de sable, à évaluer expérimentalement l'influence de ces fibre sur le caractéristiques mécaniques des mortiers.

Le meilleur résultat a été obtenu à la fois pour la compression et la flexion par la composition de longueur 4 cm et un pourcentage de fibre égale 0.5% (L4-0.5%). Avec de résistance (25.41MPa) à compression et (16.01MPa) à la flexion

Mots Clés : mortier fibré, fibre polypropylène, résistance à la compression, résistance à la flexion.

Abstract

Reinforcing building materials, in this case concretes and mortars, with fibers is a technique that is increasingly being used to improve their mechanical performance.

In this work we have studied the effect and the characteristics of the substitution of polypropylene fiber in two lengths (2cm and 4cm), with the percentage (0.125%, 0.25%, 0.5%) of the sand mass, to be evaluated experimentally. the influence of these fibers on the mechanical properties of mortars.

The best result was obtained for both compression and bending by the 4 cm length composition and a fiber percentage equal to 0.5% (L4-0.5%). with resistance (25.41MPa) to compression and (16.01MPa) to flexion

Key words: fiber mortar, polypropylene fiber, compressive strength, flexural strength.

SOMMAIRE

résumé	I
liste des tableaux	V
Liste des figures.....	VI
Liste des photos.....	IV
I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.1.INTRODUCTION.....	4
I.2. DÉFINITION DE MORTIER.....	4
I.3. CONSTITUANT D'UN MORTIER	4
I.3.1. Ciment :	4
I.3.2. Sable :	4
I.3.3. L'eau :.....	5
I.3.4. Les Adjuvants :.....	5
I.4. LES DIFFERENTS TYPES DE BÉTON SPECIAUX	5
I.5. LE BETON DE FIBRE	6
I.5.1. Les fibres	6
I.5.2. Les différents types des fibres	6
I.5.2.1. Les fibres d'amiante	7
I.5.2.2. Les fibres de Verre	7
I.5.2.3. Les fibres de Carbone	8
I.5.2.4. Les fibres Polymères	10
I.5.2.5. Les fibres d'Acier	10
I.5.2.6. Fibres de polypropylène	11
I.6. CHOIX ET ROLES DES FIBRES DANS LE BETON	13
I.6.1. Choix des fibres	13
I.6.2. Rôles des fibres dans le béton	13
I.7.PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES DE QUELQUE FIBRES	14
I.7.1. Comportement mécanique des bétons de fibres :	14
I.7.1.1. Comportement en compression des fibres :	15
I.7.1.2. Comportement en flexion.....	17

I.8.CONCLUSION	18
II.LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX	20
II.1. INTRODUCTION	20
II.2. ETUDE EXPREMENTALE.....	20
II.2.1 La Masse Volumique	20
II.2.1.1. La masse volumique ABSOLUE.....	20
II.2.2. Equivalent de sable	21
a)But de l 'essai.....	21
b)Principe de manipulation	21
c) Mode opératoire d'essai.....	21
II.2.3. Analyse granulométrique par tamisage	23
II.2.4. Module de finesse	25
II.4: LES MATERIAUX UTILISE :	25
II.4.1.Ciment	25
II.4.2. Eau de gâchage.....	27
II.4.3. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées.....	27
II.5. ESSAIS SUR MORTIER :	27
II.5.1.Formulation des mortiers renforcés par fibres :	28
II.5.2. Malaxage de mortier :	28
II.5.3. Essais de maniabilité de mortier	28
a)Principe de l'essai.....	29
b) L'appareil utilisé	29
c) Conduite de l'essai	29
II.5.4. Préparation des éprouvettes.....	30
II.5.5. Conservation des éprouvettes :.....	30
II.6. ESSAI NON DESTRUCTIVE :	31
II.6.1. Essai La Masse Volumique :.....	31
II.6.2 Coefficient d'absorption d'eau :.....	31
II.6.3. Vitesse de propagation d'ondes ultrasoniques	32
a)Principe :.....	32

II.7. ESSAI DESTRUCTIVE	32
II.7.1. Résistances mécaniques des mortiers.....	32
II.7.1.1 Résistance à la flexion.....	33
II.7.1.2. Résistance à la compression.....	33
II.8. CONCLUSION.....	34
III. RESULTATS ET DISCUSSION	37
III.1. INTRODUCTION	37
III.2. MANIABILITE	37
III.3. L' ABSORPTION D'EAU	38
III.4. VITESSE DE PRPAGATION D'ONDE SONIQUE.....	39
III.5. RESISTANCE A LA FLEXION.....	40
III.6. RESISTANCE A LA COMPRESSION.....	42
III.7. CONCLUSION	44
Conclusion générale	46
Référence bibliographique.....	48
Annexes.....	51

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I.1. Caractéristiques mécaniques des fibres d'amiante	07
TABLEAU I.2. Caractéristiques mécaniques des fibres de verre	07
TABLEAU I.3 : Propriétés mécaniques des fibres de carbone	09
TABLEAU I.4. Caractéristiques mécaniques des fibres de polymère	10
TABLEAU I.5 Caractéristiques mécaniques des fibres d'acier	11
TABLEAU.I.6. propriétés physiques et mécaniques de certaines fibres	13
TABLEAU II.1. Résultat de la masse volumique absolue et apparente	21
TABLEAU II.2. Nature et qualité du sable selon l'équivalent de sable	22
TABLEAU II.3. Résulta de l'équivalent de sable	23
TABLEAU II.4. Résultats d'analyse granulométrique du sable	24
TABLEAU.II.5. Module de finesse de sable de construction	25
TABLEAU.II.6. Les caractéristique physico-mécanique	26
TABLEAU II.7. composition chimique	26
TABLEAU.II.8. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres	27
TABLEAU.II.9. Type de mortier selon le temps de maniabilité.	29
TABLEAU.II.10. composition d' échantillon	30
TABLEAU.III.1. Les notations des différentes compositions du mortier	37

LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1. Courbes effort déformation et examen des ruptures en flexion dans un béton sans fibres et dans un béton avec fibres métalliques.	14
FIGURE I.2. Résistance à la compression des mortiers de fibres alfa.	15
FIGURE I.3. La résistance à la compression des mortiers de fibres polypropylène	16
FIGURE I.4. Evolution de la résistance à la compression en fonction du temps pour différents types du béton : (BC1, BF1 et BC1+BF1).	16
FIGURE I.5. Résistances à la flexion des différents mortiers avec fibre pp.	17
FIGURE I.6. Résistance à flexion des mortiers de fibre alfa traitement mécanique.	17
FIGURE I.7. Evolution de la résistance à la flexion en fonction du temps pour les bétons (BC1, BF1 et BC1+BF1	18
FIGURE II.1. la courbe granulométrique du sable utilisé	24
FIGURE II.2. Essai de flexion	33
FIGURE III.1. Maniabilité de mortier avec longueur 2cm de Fpp	37
FIGURE III.2. Maniabilité de mortier avec longueur 4cm de Fpp	38
Figure III.3. La variation de l'absorption de l'eau de mortier en fonction du type de mortier	38
Figure III.4. La variation de l'absorption de l'eau de mortier en fonction du type de mortier	39
Figure.III.5. Vitesse de propagation de son pour différents types du mortier en fonction du type de mortier.	39
Figure.III.6. Vitesse de propagation de son pour différents types du mortier en fonction du type de mortier.	40
Figure.III.7. la variation de la résistance à la flexion en fonction de l'âge des éprouvettes en différents types du mortier:(L2-0.125%, L2-0.25%,L2-0.5%).	40
Figure III.8. la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier :(L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).	41
Figure III.9 la variation de la résistance à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier:(L2-0.125%, L2-0.25%, L2-0.5%).	42
Figure III.10 la variation de la résistance à la compression en fonction d'âge de les éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%, L4-0.25%,L4-0.5%).	42

LISTE DES PHOTOS

PHOTO I.1. Fibres de carbone.	09
PHOTO I.2. Fibres métalliques	11
PHOTO I.3 : les fibres polypropylène	12
PHOTO II.1. Essai d'équivalente de sable.	22
PHOTO II.2 Essai d'analyse granulométrique.	23
PHOTO.II.3. Préparation des Fibres	27
PHOTO II.4 Malaxeur de mortier.	28
PHOTO II.5. Appareil de Maniabilité	29
PHOTO. II. 6 Table de choc et des moules.	30
PHOTO II.7. Mortier fibré.	31
PHOTO. II.8. Remplissage des moules 4x4x16	32
PHOTO II.9. conservation des éprouvettes dans l'eau pendant 24h	32
PHOTO.II.10. Essai de compression	34

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Un béton fibré est un béton dans lequel sont incorporées des fibres. À la différence des armatures traditionnelles, les fibres sont réparties dans la masse du béton et elles permettent de constituer un matériau qui présente un comportement plus homogène. Les fibres, selon leur nature ont un comportement contrainte-déformation très différent. Elles peuvent, sous certaines conditions et pour certaines applications ou procédés, remplacer les armatures traditionnelles passives. Les fibres présentent des caractéristiques géométriques et mécaniques intéressantes selon leur nature. Chacune a une influence particulière sur les lois de comportement mécanique du béton, ce qui se traduit par des applications adaptées et spécifiques.

Les fibres noyées dans le béton jouent le rôle de "couture" des fissures. En effet, la longueur maximale d'une microfissure et de l'ordre de la dimension de plus gros granulats. La longueur moyenne des fibres utilisées est nettement supérieure à la dimension de plus gros granulats. Chaque microfissure se propageant dans la pâte, peut être "pontée" par une ou plusieurs fibres. Ainsi les fibres empêchent la propagation des microfissures qui ne peuvent de ce fait s'agrandir que par :

- ❖ Allongement élastique ou plastique des fibres ;
- ❖ Effritement de la matrice de béton de voisinage de la fibre ;
- ❖ Glissement des fibres ;
- ❖ Rupture des fibres.

L'objectif de notre travail est de faire une étude comparative sur des mortiers à base de fibres de déchet industriel (polypropylène) à deux longueurs 2 et 4 cm dont les pourcentages varient de 0.125% ; 0.25% et 0.5% ;

Pour cela on a divisé ce travail en deux parties ; une partie théorique et une partie Expérimentale.

- Une partie théorique consacrée à l'étude bibliographique des différents mortiers et les types des bétons et les différents types des fibres utilisées et leurs propriétés physiques et mécaniques.
- Une partie expérimentale consacrée à l'étude des différents matériaux utilisés à la formulation de mortiers de fibres et leurs propriétés physiques et mécaniques.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. INTRODUCTION

On a cherché depuis longtemps à renforcer les matériaux de construction fragiles à l'aide de fibres de différentes natures, Citons par exemple, les briques en terres armées de pailles, le mortier de chaux armé de poils d'animaux, le plâtre armé de fillasse, le ciment renforcé de fibres d'amiantes, etc. En rappelant que l'état fragile des matériaux correspond à une faible résistance à la traction, une faible énergie de rupture ou une faible plasticité en compression ou en traction. Des fibres de toute nature ont été expérimentées dans le renforcement des matériaux. Les plus répondues sont : l'amiante, le verre, l'acier, le plastique (nylon et polypropylène), le carbone, et les fibres végétales [MOKHTARI. A ,2006].

I.2. DÉFINITION DE MORTIER

Le mortier est un des matériaux de construction que l'on utilise pour solidariser les éléments entre eux, assurer la stabilité de l'ouvrage, combler les interstices entre les blocs de construction. En général le mortier est le résultat d'un mélange de sable, liant (ciment ou chaux), d'eau et d'adjuvant et éventuellement d'ajout. En ce qui concerne le liant, tous les ciments et les chaux sont utilisables, leur choix et dosage sont en fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement L'incorporation de fibres que se soient naturelles ou artificielles permet d'obtenir des mortiers présentant une cohésion supérieure et moins fissurables [NASSAH.D, 2017].

I.3. CONSTITUANT D'UN MORTIER

I.3.1. Ciment :

Le ciment un liant hydraulique, car il a la propriété de durcir en présence d'eau et parce que cette hydratation transforme la pâte liante, qui une consistance de départ plus ou moins fluide, en un solide pratiquement insoluble dans l'eau. Ce durcissement est dû à l'hydratation de certains composés minéraux, notamment des silicates des aluminates de calcium [BOUALATI.A et al, 2018].

I.3.2. Sable :

On définit les sables comme étant la fraction des granulats pierreux dont les grains ont des dimensions comprises entre 80 µm et 05 mm ; il s'agit d'une définition globale, dont les bornes varient d'une classification à une autre. Ce sont aussi les matériaux dont le diamètre

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

maximal est inférieur à 6,3mm et dont le passant à 80microns n'excède pas30% [KETTAB .M,2007].

I.3.3. L'eau :

Nécessaire à l'hydratation de ciment, elle facilite aussi la mise en œuvre du béton ou du mortier (effet lubrifiant). La qualité de l'eau a une influence sur les caractéristiques du béton.

I.3.4. Les Adjuvants :

Les adjuvants pour béton sont des produits chimiques ajoutés aux bétons pour modifier leurs caractéristiques. Les 'adjuvants du béton, réalisés lors du malaxage, sont le plus souvent inférieurs à 5 % en masse de ciment. Les types d'adjuvants (ou additifs) les plus courants sont les suivants :

- Les accélérateurs ;
- Les retardateurs ;
- Les entraîneurs d'air ;
- Les plastifiants ;
- Les pigments ;
- Les agents de mouture

I.4. LES DEFFIRENTS TYPES DE BÈTON SPECIAUX

Les recherches sur ce matériau ont permis de mettre au point des bétons spéciaux en raison des matériaux utilisés ou de la particularité de leur mise en œuvre [BAISSA.M et al, 2017].

- Le Béton Fibré
- Le Béton Fibré Haute Et Ultra-haute Performance
- Le Béton Prêt A L'emploi
- Le Béton Lourd
- Les Bétons Légers
- Le Béton Auto-Plaçant
- Le Béton Coloré
- Le Béton De Résine
- Le béton projeté ;
- Le béton de latérite ;

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

- Le béton caverneux ;
- Le béton réfractaires –résistance au feu – ;
- Le béton moulé dans le sol ;
- Le béton chauffe ;
- Le béton à base de résines ;
- Le béton cellulaire ;

I.5. LE BETON DE FIBRE

On appelle béton de fibre, un béton dans lequel on a incorporé une armature par inclusion direct de fibres isolées au moment du gâchage ou de la projection. Les fibres sont assimilables à un granulats spécial de forme très allongée et de forte résistance à la traction, susceptible d'améliorer légèrement la résistance à la traction du matériau et de ralentir la propagation des fissures. En pontant les fissures, les fibres améliorent le comportement post fissuration de la matrice en maintenant une forte portance pendant l'accroissement des déformations [NASSAH.D, 2017].

I.5.1. Les fibres

Les fibres, selon leur nature ont un comportement contrainte-déformation très différent. Elles peuvent, sous certaines conditions et pour certaines applications ou procédés, ils présentent des caractéristiques, tant géométriques que mécaniques, différentes selon leur nature, chacune a une influence particulière sur les lois de comportement mécanique du béton, ce qui se traduit par des applications adaptées et spécifiques [BABA ARBI. A et al ,2017].

I.5.2. Les différents types des fibres

On distingue trois grandes familles de fibres :

- **Les fibres organiques** :(Polypropylène, polyamide, acrylique,..)
- **Les fibres minérales** : (verre ; Wollaston ite, basalte, mica...)
- **Les fibres métalliques** :(acier ; inox ; fonte...) Chaque type de fibre présente des caractéristiques et des propriétés qui lui sont propres : dimensions (diamètre, longueur, etc.), formes (lisses, crantée, ondulées, bi ondulées, à crochet, munies de cônes aux extrémités, etc.), résistances mécaniques (résistance à la traction). Les dosages courants en fibres sont de l'ordre de 0,5 à 2 % en volume solide 5 à 150 kg par m3 de béton [ALIA.A et al,2017].

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.5.2.1. Les fibres d'amiante

Les fibres d'amiante sont constituées de silicates hydratés de magnésium parfaitement compatibles avec la pâte de ciment. Elles possèdent une bonne résistance à la traction et un bon module d'élasticité. Ce sont des fibres bon marché. Cependant, leur utilisation dans le renforcement des ciments est de plus en plus délaissée et même réglementairement interdite pour beaucoup d'applications à cause du danger qu'elles représentent pour la santé humaine.

Le tableau I-1 présente les propriétés mécaniques des fibres d'amiante, reproduit par AIT AMEUR.

Tableau I-1 : Caractéristiques mécaniques des fibres d'amiante.

Type de fibre	Amiante
Diamètre D (mm)	0.0002-0.002
Longueur l(mm)	5
Masse Volumique ρ (g/cm ³)	2.6-3
Résistance à la rupture σ_{fu} (MPa)	100-300
Module de Yong E (GPa)	80-150

I.5.2.2. Les fibres de Verre

Les fibres de verre sont très fragiles. Elles sont disponibles dans le commerce sous forme de bobines ou de fils coupés. La plupart des verres peuvent être attaqués par les alcalis des ciments.

Cependant, des recherches ont pu mettre en évidence une dernière génération de fibre de verre (type S) ayant une bonne résistance aux alcalis.

Le tableau I-2 donne quelques caractéristiques des fibres de verre les plus utilisées, reproduit par AIT AMEUR, à savoir verre ordinaire (E), verre résistant à la corrosion (R) et verre résistant aux alcalis (S).

Tableau I-2 : Caractéristiques mécaniques des fibres de verre.

Type de verre	E	R	S
Résistance à la rupture σ_{fu} (MPa)	3400	4400	4900
Module de Yong E (GPa)	73	86	87
Masse Volumique ρ (g/cm ³)	2.54	2.55	2.54

a) Applications

Sur chantier les mortiers de fibres de verre s'utilisent pour les enduits extérieurs monocouches ainsi que pour certains procédés d'isolation thermique. En préfabrication les domaines d'application sont très vastes :

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

- ✓ Panneaux de façade minces de 10 à 15 mm d'épaisseur ou panneaux sandwich à isolant incorporé
- ✓ Éléments de bardage et éléments décoratifs mobilier urbain ; éléments divers : coffrets, coffrages, habillages
- ✓ Produit d'assainissements : tuyaux, caniveaux

b) Avantages

- ✓ Coût faible,
- ✓ Grande résistance en tension,
- ✓ Grande résistance aux produits chimiques,
- ✓ Excellent isolant,
- ✓ Grande ténacité,
- ✓ Excellente résistance aux impacts,
- ✓ Module d'élasticité faible (réduit perte de précontrainte),
- ✓ Bonne fiabilité.

c) Inconvénients

- ✓ Densité élevée (par rapport aux autres fibres),
- ✓ Sensibilité à l'abrasion,
- ✓ Faible module d'élasticité (grande déformation),
- ✓ Faible résistance à la fatigue,
- ✓ Grande dureté (usure des instruments de fabrication),
- ✓ Faible résistance aux charges cycliques ;
- ✓ Corrosion possible aux alcalis et aux acides hydrologique
- ✓ Vieillessement à l'humidité

I.5.2.3. Les fibres de Carbone

Pratiquement trois types de fibres de carbone sont commercialisés :

- Les fibres hautement résistant (H.R.)
- Les fibres à module intermédiaire (I.M.)
- Les fibres à haut module (H.M.)
- Les fibres de carbone sont très fragiles ce qui rend l'opération de malaxage de béton de ces fibres très difficile. Par ailleurs, le béton de ces fibres présente des caractéristiques de durabilité très intéressantes.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau I.-3 : Propriétés mécaniques des fibres de carbone

Type de carbone	H.R.	H.M.
Diamètre D (μm)	8	8
Masse Volumique ρ (g/cm^3)	1.75	1.81
Résistance à la rupture σ_{fu} (MPa)	3000-5000	2800
Module de Yong E (GPa)	220	400

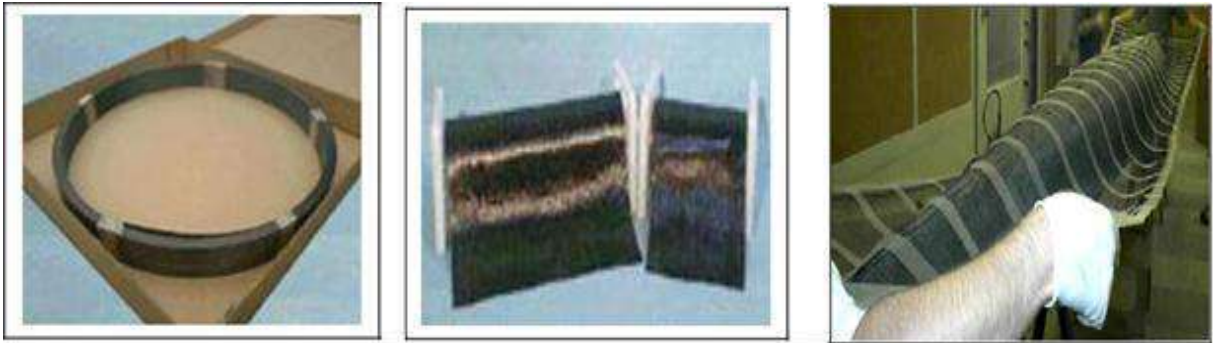


Photo I.1. Fibres de carbone.

a) Avantages

- ✓ Grande résistance en tension et en compression,
- ✓ Excellente tenue à haute température,
- ✓ Grande résistance à la fatigue,
- ✓ Excellente rigidité,
- ✓ Bonne conductivité électrique et thermique,
- ✓ Inertie complète à la corrosion et aux produits chimiques (sauf O_2 et acides oxydants a chaud) ,
- ✓ Insensibilité à l'humidité et aux rayures,
- ✓ Faible coefficient de dilatation,
- ✓ Usinage facile.

b) Inconvénients

- ✓ Coût élevé,
- ✓ Corrosion de contact par pile galvanique avec les métaux,
- ✓ Sensibilité aux impacts et à l'abrasion,
- ✓ Faible ténacité,
- ✓ Mauvais isolant,
- ✓ Faible allongement et rayon de courbure ;
- ✓ Raideur à l'enroulement (bobinage difficile).

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.5.2.4. Les fibres Polymères

Les fibres polymères couramment utilisés sont :

- Le Polyamide 6.6 (PA 6.6), qui représente la famille la plus importante des plastiques par leur tonnage. Le PA 6.6 résiste mal aux acides minéraux.
- Le Polychlorure de vinyle (PVC), est une matière thermoplastique obtenue par polymérisation du chlorure de vinyle. Le PVC résiste bien aux acides et aux alcalis.
- Le Polypropylène (PP), est un thermoplastique formé de chaîne linéaires constituées : de motifs propylène dans le cas d'un homopolymère et d'une altération contrôlée de motifs propylènes et éthylène dans les copolymères.
- Le PP résiste bien aux alcalis et aux acides. Les premières générations de fibres PP, étant lisses, présentent une mauvaise adhérence avec la matrice ciment. De ce fait, la résistance à la traction et à la propagation des fissures du béton de ces fibres est relativement faible. Pour cela, de nouvelles fabrications appaurent par fusion-extrusion de polymère dans une filière Le tube ainsi obtenu étant coupé en bande, puis étiré mono-axialement offre aux fibres une bonne adhérence à la matrice ciment. En outre, il n'existe aucune réaction chimique entre ces fibres et la matrice de ciment ce qui augmente leur durabilité.

De ce fait, le béton de fibre de polypropylène, de dernière génération, peut présenter des caractéristiques mécaniques comparables à celles du béton de fibre de verre.

Tableau I-4 : Caractéristiques mécaniques des fibres de polymère.

Type de polymère	Référence	Module d'élasticité E (GPa)	Contrainte à la Traction (MPa)
PA 6.6	Rhône-Poulenc A 218	3	90
PVC	PVC rigide de Solvay	2.5	50
PP	RY 6100 de Shell	5	40

I.5.2.5. Les fibres d'Acier

Actuellement, les fibres d'acier sont de plus en plus utilisées dans le renforcement du béton ou mortier. En effet, ces fibres présentent un module d'élasticité et une résistance à la traction très élevés .

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Parmi les fibres les plus utilisées nous citons :

- Les fibres Euro-Stell (F.E.S.)
- Les fibres Bekaert (F.B.)
- Les fibres Harex (F.H.)
- Les fibres de ruban en Fonte de pont-A-Mousson (F.R.F.A.)
- Les fibres à têtes d'ancrage en Acier trillé (F.T.A.)

Le tableau I-5 présente les caractéristiques mécaniques de ces fibres, reproduit selon.

Tableau1-5 : Caractéristiques mécaniques des fibres d'acier

Type de fibre	F.E.S	F.B.	F.H.	F.R.F.A.
Résistance à la traction (Mpa)	1400	1100	700	200
Longueur L (mm)		25-60		15-60
Diamètre (mm)		0.4-0.8		

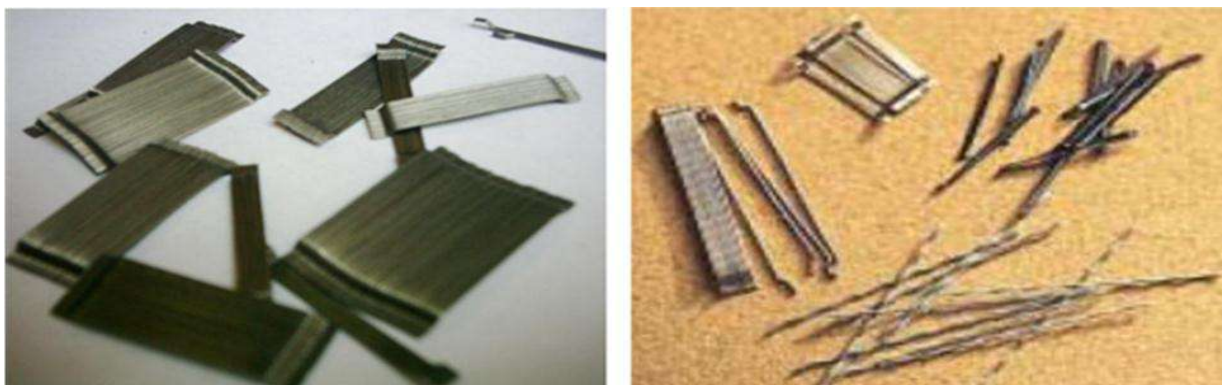


Photo.I.2. Fibres métalliques.

1.5.2.6. Fibres de polypropylène

Les fibres de polypropylène sont fabriquées depuis 1954 par l'industrie textile.

Le polypropylène est un polymère cristallisable de la famille des polyoléfinés des produits chimiques. Il a connu une extension croissante dans ce domaine où il apporte les avantages suivants : déformabilité élevée, imputrescibilité et bonne résistance en traction qui peut atteindre 800 MPa.

Ces fibres sont utilisées dans les bâtiments pour l'élaboration de revêtement de façades dans plusieurs constructions (Londonderry House Hôtel), ainsi que l'élaboration de panneaux décoratifs de 33cm d'épaisseur et aussi dans la réalisation des canalisations et des pieux

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Les fibres de polypropylène sont en général assez longues (30 à 60 mm), légères et ne sont pas attaquées par le ciment. Leur module d'élasticité plus faible que la pâte durcie Il convient de les utiliser de préférence pour les pièces minces devant résister, soit à l'action corrosive de certaines ambiances dans lesquelles l'acier pourrait se corroder rapidement, soit aux chocs mécaniques.



Photo I.3 : les fibres polypropylène.

a) Avantage :

- ✓ Grande résistance tant aux frottements qu'à l'abrasion, tant à sec qu'au mouillé
- ✓ Bonne résistance aux agents chimiques
- ✓ Infroissable
- ✓ Très bon isolant thermique
- ✓ Pas d'attaque par les insectes et les moisissures
- ✓ Légèreté (ce sont les plus légères : densité <1)
- ✓ Très bon marché

b) Inconvénients :

- ✓ Pouvoir absorbant nul (séchage rapide)
- ✓ Affinité tinctoriale nulle. C'est une fibre impossible à teindre sauf dans la masse
- ✓ Sensible à la chaleur sèche
- ✓ Toucher gras comme la paraffine – Salissures grasses difficiles à enlever

c) Propriétés chimiques :

- ✓ La fibre absorbe les corps gras
- ✓ Les solvants chlorés détériorent un peu la fibre
- ✓ Les acides, bases, oxydants, réducteurs, enzymes et autres solvants sont sans action

d) Tests d'identification :

- ✓ Brûle en fondant, odeur de paraffine, forme une boule
- ✓ Se dissout à ébullition dans de la tétraline, le paradichlorobenzène

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

e) Utilisation :

- ✓ Pur : Tapis, corderie, sacs, vêtements de travail, sièges de voitures
- ✓ En mélange : survêtements, tee-shirt, chaussettes (laine), sous-vêtements (coton)
- ✓ Industrielles. Il met en évidence la nature très variée de ces fibres.

Tableau I.6 : propriété physique et mécanique de certaines fibres [AKCHICHE.H,2007]

Fibre	Diamètre en (μm)	Densité en (g/cm^3)	Module a la traction	Résistance à la traction en (Gpa)	Allongement de rupture en (%)
Acier	5-500	7.8	200	1-3	3-4
Verre	5-20	2.6	80	1,5-3	2-3,5
Polypropylène	10,200	0.9	5-10	0,4-0,71	15-25
Amiante	0,20-20	2,5-3,4	2000	3	2,3
Polyester	-	1,4	8	0,7-0,85	11-13
Carbone	5-9	1,7-2,0	250-400	2-3	0,5-15
Cellulose	14-45	1,5	20-40	0,15-0,5	8-12
Jute	18-2000	1,45	-	0,35	3-4
Sisal	10-50	1,5	15,2	0,8	3
Coir	20-700	1,08	2,8	0,17	37,7

I.6. CHOIX ET ROLES DES FIBRES DANS LE BETON

I.6.1. Choix des fibres

Le choix des fibres dépend de l'usage recherché (pièces minces massives, renforcement de pâte pure de matériau de béton, réparation de structures ...), de leurs propriétés (résistance et module plus ou moins élevés, adhérence plus ou moins bonne... etc.) de leur disponibilité et de leur prix. Actuellement plusieurs natures de fibres sont utilisées, les qualités indispensables qu'elles doivent présenter sont : pouvoir adhérer parfaitement à la pâte de ciment avoir une bonne résistance à la traction ne pas risquer d'être attaquées par le milieu basique du ciment ne pas se dégrader dans le temps et conserver leurs qualités propres ne pas avoir d'incidence excessive sur le cout du béton.

I.6.2. Rôles des fibres dans le béton

Les fibres ont généralement pour rôle de renforcer ou remplacer l'action des armatures traditionnelles en s'opposant à la propagation des microfissures. Au début, les chercheurs ont essayé, par l'addition de fibres, d'augmenter les caractéristiques mécaniques du béton comme la résistance à la compression et la résistance à la flexion, mais le résultat obtenu était limité. Il été constaté que le rôle principal des fibres dans un matériau cimentaire peut- être apprécié

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

sous deux volets Transformation du comportement fragile d'un matériau en un comportement ductile qui accroît la sécurité lors des états de chargement ultimes le contrôle de la propagation d'une fissure dans un matériau en état de service en réduisant l'ouverture des fissures.

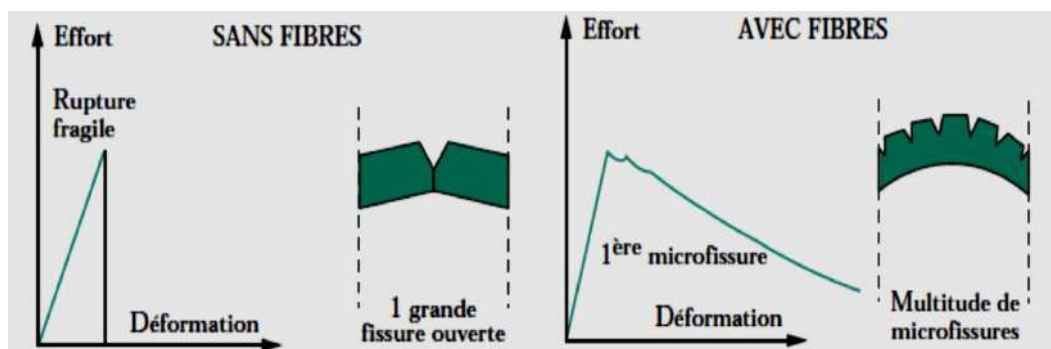


Figure. I.1: Courbes effort/déformation et examen des ruptures en flexion dans un béton sans fibres et dans un béton avec fibres métalliques.

Selon le type, le dosage et les éléments en béton dans lesquels elles sont insérées, les fibres permettent l'amélioration de la cohésion du béton frais ; par exemple, les fibres rigides changent la structure du squelette granulaire l'augmentation de la ductilité et le comportement post-fissuration la réduction de la microfissuration due aux variations dimensionnelles notamment au jeune âge la réduction de la fissuration d'origine mécanique (chargement extérieur) l'augmentation de la résistance à la traction par flexion l'amélioration de la tenue au feu et de la résistance aux chocs, à la fatigue, à l'usure, et à l'abrasion.

[ALIA.A, et al., 2017].

I.7. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DE CERTAINES FIBRES

I.7.1. Comportement mécanique des bétons de fibres :

Le comportement de ce matériau composite est assez compliqué et difficile à cerner parce qu'il dépend de plusieurs facteurs dépendant eux-mêmes de plusieurs variables tels que :

[KRIKER.A ,2005]

- Les propriétés des fibres qui dépendent de :
- La nature de fibre (acier, verre, polymère ou végétale) ;
- L'élanement des fibres ;
- La quantité d'incorporation des fibres.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

- Les propriétés de la matrice qui dépend aussi :
- De la qualité et la quantité de ciment ;
- De la qualité et les dimensions des granulats ;
- Du rapport E/C.

Le comportement de la bande d'interface (fibre-matrice) qui dépend :

- De la longueur des fibres ;
- De la distribution des fibres, leur orientation et leur espacement ;
- De type de cure ;

I.7.1.1. Comportement en compression des fibres :

D'après l'étude de [NASSAH.D,2017] sur les propriétés physicomécaniques des mortiers fibrés (fibres naturelles ALFA et commerciales POLYPROPYLENE). Les résultats d'essai de compression sur les éprouvettes prismatiques $4 \times 4 \times 16^3$ cm.

Les histogrammes de figure (I.2) représentent la Résistance à la compression des mortiers de fibres alfa.

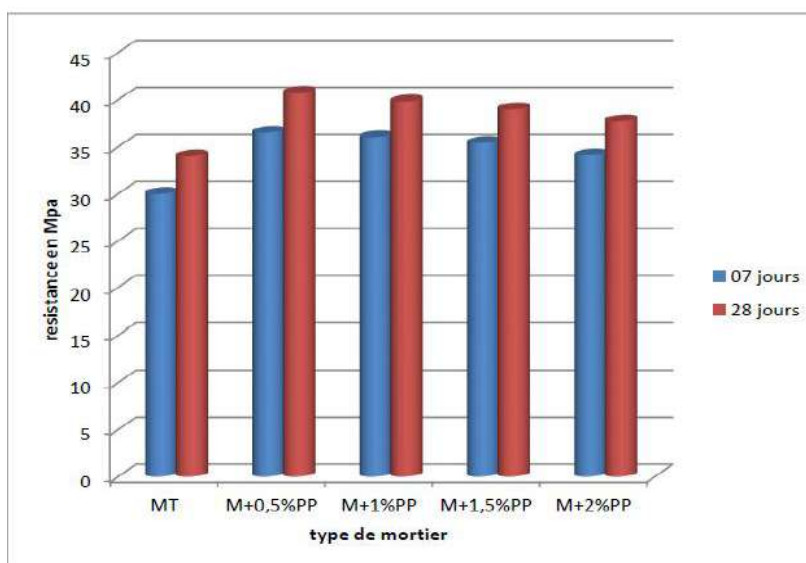


Figure. I.2. Résistance à la compression des mortiers de fibres alfa. [NASSAH.D, 2017]

Le mortier à dosage de 2% de fibre alfa traité mécaniquement et plus résistant à compression à 07 jours et 28 jours.

Les histogrammes de la figure I.3 représentent la résistance à la compression des mortiers de fibres polypropylène.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

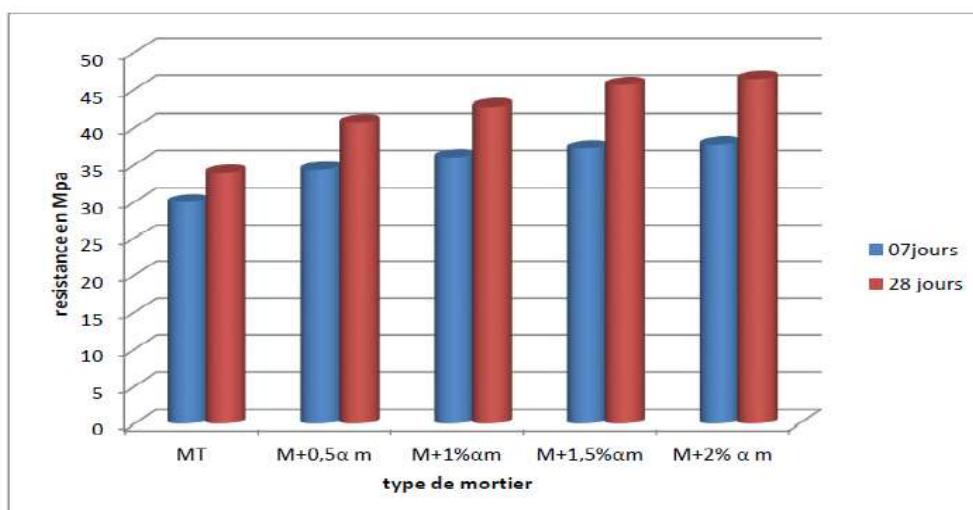


Figure I.3 La résistance à la compression des mortiers de fibres polypropylène [NASSAH.D, 2017]

Le dosage optimal des fibres de polypropylène dans les mortiers est obtenu pour la variante (M+0,5%) qui donne des résistances à la compression de l'ordre de 36.5 MPa et 40.72 MPa pour 07 et 28 jours respectivement.

D'après l'étude de [BAISSA.M et al, 2017] sur l'effet des fibres de palmier locaux sur la diminution de la propagation de fissuration sur les bétons. Les résultats d'essai de compression sur les éprouvettes sont de forme prismatique $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ conclue que

Les courbe de La figure I.4 représentent la résistance à la compression en fonction du temps pour différents types du béton: (BC1, BF1 et BC1+BF1).

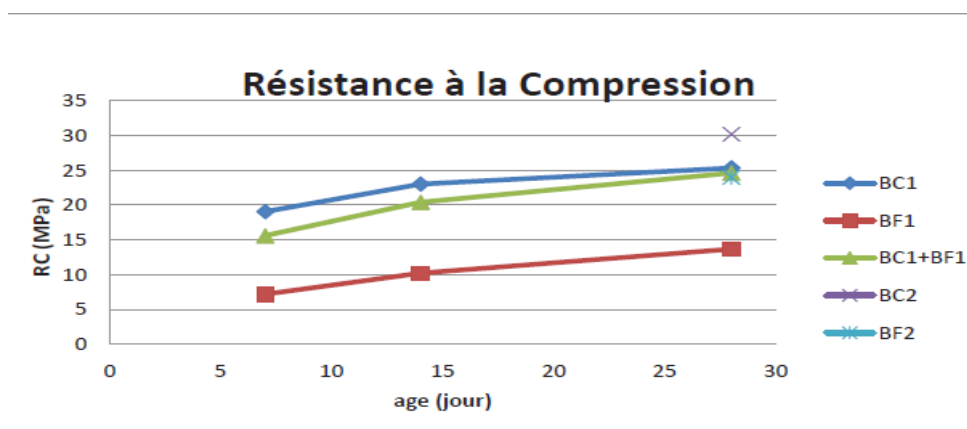


Figure I.4: Evolution de la résistance à la compression en fonction du temps pour différents types du béton : (BC1, BF1 et BC1+BF1) [BAISSA.M et al, 2017].

La résistance à la compression de béton couche par couche (BC+BF) à peu près égale la résistance à la compression de béton classique (BC).

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

La résistance à la compression de béton de fibre (BF) est très faible.

1.7.1.2. Comportement en flexion

D'après l'étude effectuée de [NASSAH.D, 2017] les résultats d'essai de flexion sur les éprouvettes sont de forme prismatique 4cm x 4cm x 16cm.

Le graphe suivant présente la résistance à la flexion de mortier témoin et de polypropylène

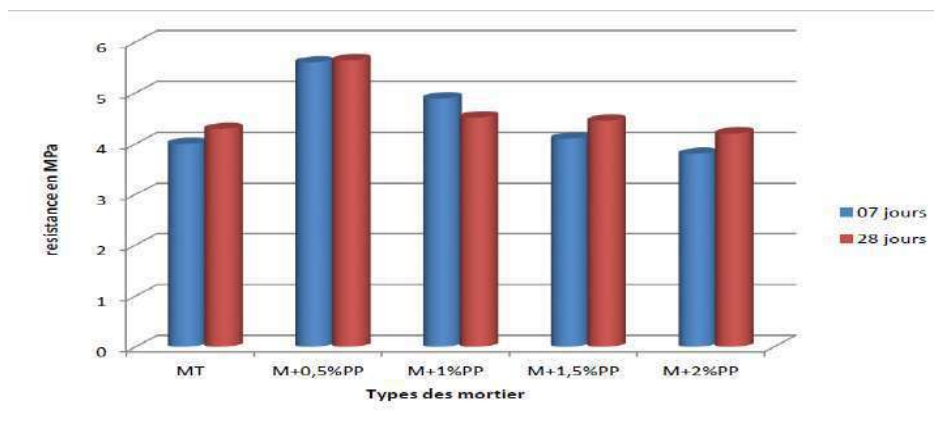


Figure I.5: Résistances à la flexion des différents mortiers avec fibre pp.

L'augmentation du dosage de polypropylène fait augmenter la résistance mécanique à la flexion par rapport au mortier témoin jusqu'à une valeur limite en quantité de fibre de polypropylène de 2 %.

Le graphe suivant présente la résistance à la flexion de mortier témoin et de fibre alfa.

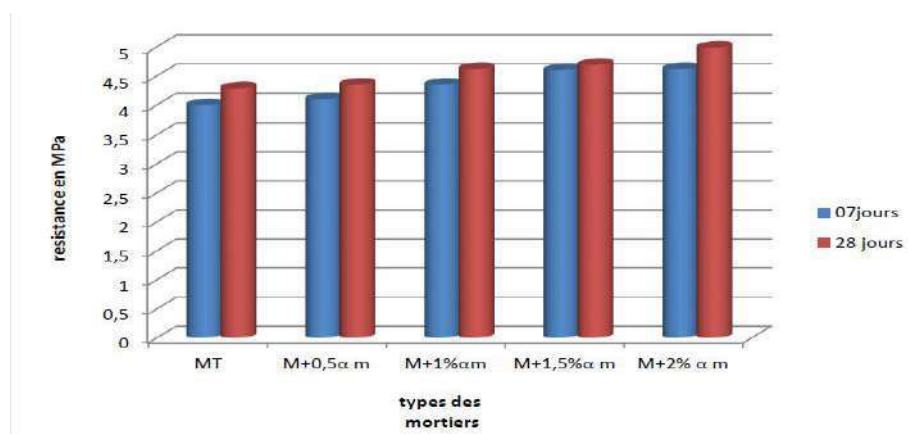


Figure I.6 Résistance à flexion des mortiers de fibre alfa traitement mécanique. [NASSAH.D, 2017].

Le mortier à dosage de 2% d'alfa traité mécaniquement présente les résistances à flexion les plus élevées à 07 jours et 28 jours avec des valeurs 4.62 MPa et 4.99 MPa.

La figure I.7 montre que les résultats de la résistance résiduelle relative à la flexion obtenue par [BAISSA.M et al. 2017].

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour des éprouvettes prismatiques 10x10x40 cm de béton fibré (fibre de palmier d'attier)

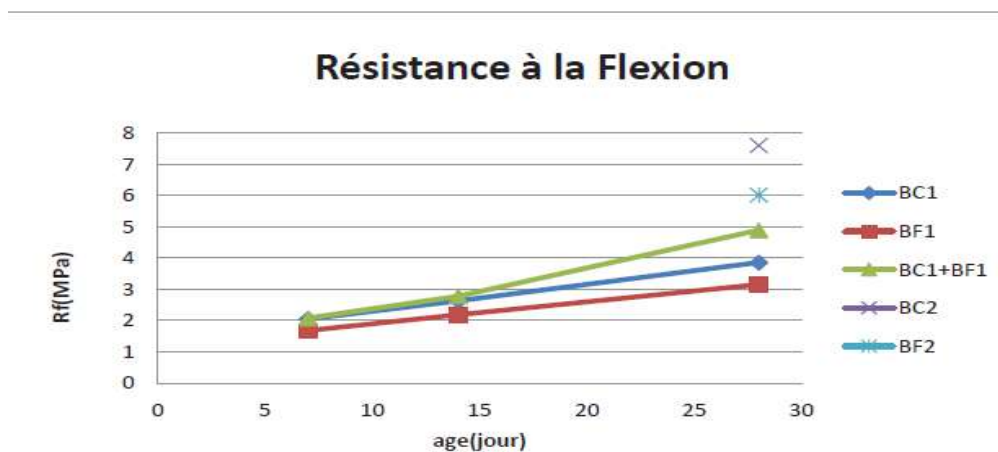


Figure I.7 : Evolution de la résistance à la flexion en fonction du temps pour les bétons (BC1, BF1 et BC1+BF1. [BAISSA.M et al., 2017].

Coté économique : BC1+BF1 mieux que béton de fibre (complètement fibre) vue la quantité des fibres utilisées.

I.8.CONCLUSION

L'utilisation des fibres dans la construction remonte à plusieurs siècles. Depuis les trente dernières années, l'intérêt pour leur utilisation ne cesse de croître pour la fabrication du béton prêt à l'emploi, du béton préfabriqué, du béton projeté ainsi que le renforcement du béton auto plaçant.

Le paramètre numérique le plus fondamental décrivant la fibre est son élancement qui est défini comme le rapport entre la longueur et le diamètre (l/d) équivalent à la fibre. Il est considéré comme l'un des paramètres les plus importants dans la technologie des bétons renforcés par les fibres, comme son rôle prépondérant sur la maniabilité du béton.

Donc la fonction principale des fibres dans le béton est de réduire l'ouverture et la propagation des fissures en état de service et de transformer le comportement fragile du béton en un comportement ductile.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

II. LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES

II.1. INTRODUCTION

La caractérisation des matériaux utilisés dans la composition d'un mortier joue un rôle très important sur ses propriétés et ses performances ultérieures, les propriétés essentielles du mortier sont largement influencées par les caractéristiques de ses constituants. De ce fait, la normalisation des modes d'essais et d'identification des composants d'un mortier, selon les normes en vigueur. Dans ce chapitre, on présente les différents matériaux à utiliser dans la confection du mortier à étudier ainsi que les essais à effectuer selon les normes françaises et les modes opératoires en vigueur.

II.2. ETUDE EXPERIMENTALE

Afin de définir les caractéristiques des composants du mortier, nous avons réalisé les essais suivants :

- ✓ Masse volumique absolue et apparente ;
- ✓ Equivalent de sable ;
- ✓ Analyse granulométrique ;
- ✓ Module de finesse ;
- ✓ Coefficient d'uniformité ;
- ✓ La maniabilité de mortier ;
- ✓ Essai sur ciment.

Dans cette étude nous avons utilisé un sable de construction de carrière sidi Slimane de la région de Touggourt (Wilaya d'Ouargla) de couleur jaunâtre de nature alluvionnaire.

II.2.1 La Masse Volumique

La masse volumique absolue et apparente permet le passage de la masse au volume des différentes classes granulaires, elle est souvent très nécessaire.

II.2.1.1. La masse volumique absolue

La masse volumique absolue est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre les grains.

La masse volumique absolue est :

$$MV_{abs} = \frac{Ms}{(V2-V1)} \quad (2.1)$$

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

- **MV abs**: Masse volumique absolue.
- **MS**: Masse des grains solides
- **V1**: volume de l'eau
- **V2**: volume total (grains solides+ eau).

Tableau II.1 : Résultat de la masse volumique absolue et apparente.

	la masse volumique absolue ρ_s (g/cm^3)	la masse volumique apparente ρ_a (g/cm^3)
SABLE DE CONSTRUCTION	2.58	1.56

II.2.2. Equivalent de sable (NF P 18 598)

Il est défini par la norme NFP 18-598 ; cet essai permet de mesurer la propreté du sable, il est effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent [N.F, 1991].

a) But de l'essai

L'essai de l'équivalent de sable utilise de manière courante pour évaluer la propreté des sables. Cet essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le granulat des éléments sableux plus grossier. Une procédure normalisée permet de terminer un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté.

b) Principe de manipulation

L'essai est effectué sur la fraction 0/5 mm du matériau à étudier. Le tamisage se fait par voie humide pour ne pas perdre les éléments fins.

c) Mode opératoire d'essai

- Remplir les éprouvettes avec la solution lavant, jusqu'au premier trait (inférieur).
- Verser la quantité de sable 120g et laissé au repos 10 min.
- Boucher les éprouvettes et les agiter par des mouvements rectilignes horizontaux de 20 cm d'amplitude, 90 allés en 30 secondes (effectués de manière automatique par la Machine, si possible).
- Laver et remplir les éprouvettes, avec le tube plongeur.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

- Sortir le tube, fermer le robinet lorsque le niveau du liquide atteint le trait supérieur puis laisser reposer 20 min en évitant toute vibration. La tolérance sur le temps de repos est faible (plus ou moins 10 sec) car la hauteur du floculat dépend fortement de celui-ci.
- Mesurer à vue les hauteurs h1 et h2. Procéder à la mesure à l'aide d'une règle la hauteur h1 du niveau supérieur du floculat et h2 à l'aide d'un piston descendu jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment.

$$E_s = \frac{h_1}{h_2} \times 100 \quad (2.3)$$

Avec :

- ES : équivalent de sable ;
- h1 : hauteur du sable propre et élément fins ;
- h2: hauteur du sable propre seulement.



PhotoII.1. Essai équivalente de sable.

Tableau II.2 : Nature et qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable

[CHABIA.R, 2016]

Équivalence de sable par piston et visuel	Nature et qualité du sable
E.S.P < 60 E.S.V < 65	" Sable argileux" risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité.
60 ≤ E.P.S < 75 75 > E.S.V > 65	" Sable légèrement argileux" de propriété admissible pour béton de qualité quand on ne craint pas particulièrement de retrait.
75 ≤ E. P.S < 85 80 > E.S.V > 75	" Sable propre" à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
E.P.S > 85 E.S.V < 85	" Sable très propre" l'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

Les résultats présentés dans le tableau II.3 montre les pourcentages obtenus de l'équivalent de sable pour les sables utilisés dans ce travail.

Tableau II.3. Résulta de l'équivalent de sable

Sable de construction	Piston (%)	85	Sable très propre
	Visuel (%)	94.33	Sable très propre

Après les résultats obtenus dans le tableau II.3, on peut dire que ce sable est très propre, c'est-à-dire qu'il y a absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

II.2.3. Analyse granulométrique par tamisage (NF P 18 560)

L'analyse granulométrique est l'étude des dimensions des diamètres des grains, leur distribution, de différencier les sols entre eux, (roche, gravier, Argile...etc.). Les sols sont classés en fonction de leurs grosseurs déterminées par tamisage sur des tamis ou passoirs Le but de l'essai se matérialise par plusieurs points, on peut citer : Le dimensionnement des particules qui varie entre 10-6 mm à 1000 mm La classification utilisée pour caractériser les grains de différentes dimensions. L'établissement de la courbe granulométrique qui donne des informations très précises sur le sable étudié. L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis.



Photos II.2 : série des tamis.

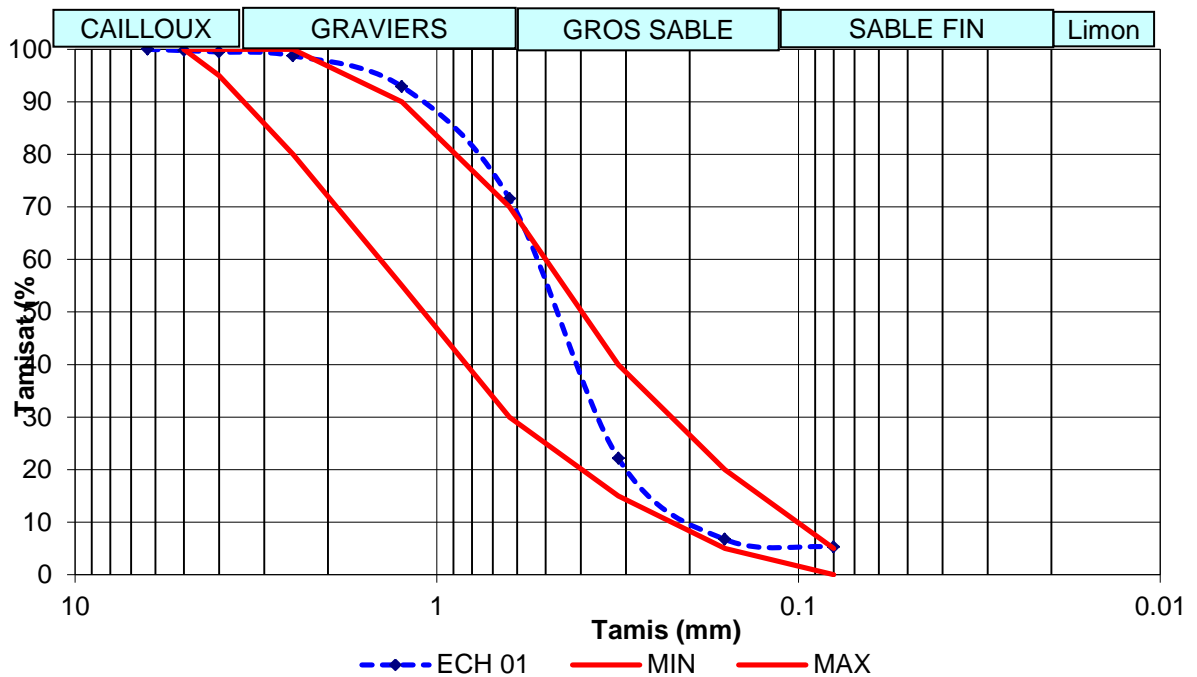
Le tableau suivant montre le résultat d'analyse granulométrique obtenue pour le sable utilisé.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

Tableau II.4 : Résultats d'analyse granulométrique du sable.

Tamis (mm)	Refus cumulés (g)	Refus cumulés (%)	Tamisats cumulés (%)
5	1.5	1.5	99.75
4	1.61	3.11	99.49
2.5	4.32	7.43	98
1.25	35.12	42.55	92
0.63	128.55	170.6	71
0.315	296.55	467.15	22.15
0.16	92.47	559.62	6.73
0.08	8.76	568.99	5.17

La figure II.1 représente la courbe granulométrique du sable de construction



La figure II.1. La courbe granulométrique du sable utilisé.

Dans ce sable peut avoir des différents diamètres depuis les fines jusqu'à 2 mm, ce dernier exprime par la valeur de coefficient d'uniformité supérieure à 2.

$$Cu = \frac{D60}{D10} \dots \dots \dots (2.4)$$

Si $(d60/d10) < 2$: le sol présente une granulométrie uniforme.

Si $(d60/d10) > 2$ le sol présente une granulométrie variée.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

Selon Hazen, on admet que la perméabilité d'un sol dépend premièrement du coefficient d'uniformité et du diamètre efficace d_{10} . La courbe granulométrique donne pour chaque diamètre d_x , le poids x des particules de cette taille ou de la taille inférieure.

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \dots \dots \dots (2.5)$$

II.2.4. Module de finesse

La finesse d'un sable est estimée conventionnellement par une grandeur appelée module de finesse.

Norme Française [NFP 18-540] Le module de finesse est égal au $1/100^e$ de la somme des refus cumulés exprimée en pourcentages sur les tamis de la série suivante : 0,16 -0,315 -0,63 - 1,25 -2,5 -5 mm

$$MF = \frac{1}{100} \sum \text{refuse cumulés en \% des tamis } \{0.16; 0.315; 0.63; 1.25; 2.5; 5; \}$$

Lorsque MF est comprise entre :

- 1.8 et 2.2 : le sable est à majorité de grains fins,
- 2.2 et 2.8 : on est en présence d'un sable préférentiel,
- 2.8 et 3.3 : le sable est un peu grossier. Il donnera des bétons résistants mais moins maniables.

Tableau II.5 : Module de finesse de sable de construction.

Module de finesse (Mf)	2.09
Classement de sable	le sable est à majorité de grains fins
Coefficient d'uniformité (C_u)	4.33
Coefficient de courbure (C_c)	2.19

II.4: LES MATERIAUX UTILISE :

II.4.1. Ciment

Le ciment utilisé est un ciment CEM I 42.5R disponible sur le marché public au nom de EL BESKRIA) fabriqué par la cimenterie BISKRA.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

L'analyse chimique du ciment utilisé a révélé l'existence des éléments qui sont présentés en pourcentage massique dans les tableaux suivant : [Fiche de qualité CEM I 42.5R SR5 NA 442]

Tableau II.6 : La caractéristique physico-mécanique de ciment

Désignation		Unité	Garantie NA.442	Mesure
Poids spécifique NA2595/2006		g/cm^3	-	3.20
Surface spécifique Blaine NA231/2006		cm^2/g	-	3945
Consistance normale NA230/2010		%		25.82
Temps de prise NA230/2010	Début	H :mi n	>1h30	02h24
	fin	H :mi n	-	03h25
Expansion a chaud NA232/2002		mm	10	0.71
Refus sur tamis μm NA231/2005		%	-	10.49
Chaleur d'hydratation NA5061/2006	120 heures	μg	<270 μg	Lh
Résistances à la flexion NA234/2007	2 jours	MPA	-	5.09
	7 jours	MPA	-	6.93
	28 jours	MPA	-	8.01
Résistance à la compression NA234/2007	2 jours	MPA	< 20	22.73
	7 jours	MPA	-	36.42
	28 jours	MPA	< 42.5	45.56

Tableau II.7: composition chimique de ciment

Elément	Teneur %
SiO ₂	21.45
Al ₂ O ₂	4.31
Fe ₂ O ₂	4.56
CaO	61.43
MgO	1.24
K ₂ O	0.61
Na ₂ O	0.39

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

II.4.2. Eau de gâchage

L'eau utilisée pour les différentes gâchées de mortier est issue du robinet de laboratoire de béton du département de génie civil et hydraulique d'UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA. C'est un eau propre et potable.

II.4.3. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées

Les fibres utilisées dans cette étude expérimentale sont des fibres polypropylène issues de déchets industriels extrait aux balaies sous forme de déchet industriel



Photos II.3 : Préparation des fibres.

Les caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau II.8 : Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres

	Diamètre (mm)	Longueur (cm)	Masse volumique absolue (g/cm ³)
Polypropène	0.27-0.29	2-4	1.1

II.5. ESSAI DU MORTIER :

La composition du mortier est définie par la norme EN 196-1. Le mortier doit être composé en masse, d'une part de ciment, de trois parts de sable de construction et d'une demi part d'eau (le rapport eau / ciment = 0.50).

Chaque gâchée pour trois éprouvettes d'essai doit comporter 450 g ± 2 g de ciment, 1350 g ± 5 g de sable et 225 g ± 1 g d'eau.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

II.5.1. Formulation des mortiers renforcés par fibres :

Après avoir choisi et préparer les matières premières utilisés dans la composition des mortiers de fibres, et après détermination des propriétés, on procède à la détermination des dosages de chaque composé, et cela dans le but d'avoir une maniabilité acceptable par rapport à la consistance de mortier souhaitée.

II.5.2. Malaxage de mortier :

Il faut malaxer chaque gâchée de mortier mécaniquement au moyen du malaxeur spécifié.

- Verser l'eau dans le récipient et introduire le ciment.
- Mettre alors immédiatement le malaxeur en marche à petite vitesse et après 30 s, introduire régulièrement tout le sable (pendant les 30 s suivantes).
- Mettre le malaxeur à sa vitesse la plus grande et continuer à mélanger pendant 30s supplémentaires
- Arrêter le malaxeur pendant 1 min 30 s. Pendant les 15 premières secondes, enlever au moyen d'une raclette en caoutchouc tout le mortier adhérent aux parois et au fond du récipient en le repoussant vers le milieu de celui-ci.
- Reprendre ensuite le malaxage à grande vitesse pendant 60 s

Dans notre travail nous avons utilisé un malaxeur automatique de marque CONTROLS.



Photo II.4. Malaxeur de mortier.

II.5.3. Essais de maniabilité de mortier

La maniabilité est une propriété physique spécifique du béton sans tenir compte des conditions particulières d'utilisation pour un type donné d'application. Elle est définie comme étant la propriété d'un mortier ou d'un béton fraîchement malaxé qui définit la facilité et l'homogénéité à être malaxé, mis en place, serré et fini [BELFRRAG.A, 2006].

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

a) **Principe de l'essai** : Dans ces essais, la consistance est caractérisée par le temps que met le mortier pour s'écouler sous l'effet d'une vibration.

b) **L'appareil utilisé** : L'appareil utilisé est appelé Maniabilité LCL (photo II.5), il consiste en un boîtier parallélépipédique métallique (7.5cm x 7.5cm x 15cm), posé sur des supports en caoutchouc, équipé d'un vibreur et muni d'une cloison amovible.

c) **Conduite de l'essai** : Le mortier est introduit dans la partie désigné sur la (photo II.5), délimitée par la cloison et mis en place par piquage en quatre couches. Quatre minutes après la fin du malaxage, la cloison est retirée, provoquant la mise en route du vibreur et le déclenchement d'un chronomètre par l'opérateur. Sous l'effet de la vibration le mortier s'écoule, le chronomètre est arrêté une fois le mortier atteint un trait repère sur la paroi opposée du boîtier (photo. II.5). Le temps " t " mis par le mortier pour s'écouler caractérise sa consistance, ce temps sera d'autant plus court que le mortier sera plus fluide comme illustré au tableau II.8



Photo II.5. appareil de Maniabilité

Concernant la formulation du mortier renforcée par des fibres polypropylène, nous avons gardé le rapport E/C de la composition de la matrice mortier sans fibres. En se basant sur l'essai de maniabilité au laboratoire on trouve pratiquement les mêmes résultats de rapport E/C pour les mortiers sans fibres et ceux avec fibres.

Tableau II.9 : Classe de mortier selon le temps d'écoulement.

Classe de consistance	Durée (s)
Ferme	$t \geq 40$
Plastique	$20 < t \leq 30$
Très plastique	$10 < t \leq 20$
Fluide	$t \leq 10$

La quantité des fibres utilisées varie 0.125%, 0.25% et 0.5% en masse, et longueur 2 et 4 cm, tout en substituant le masse de sable par une même masse de fibres.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

Tableau II.10 : Composition échantillon.

	Sable (g)	Ciment (g)	Eau (g)	Fibres (g)	E/C
témoin	1350	450	225	0	0.5
L2-0.125%	1347.5	450	229.5	2.5	0.51
L2-0.25%	1345	450	234	5	0.52
L2-0.5%	1342.5	450	238.5	7.5	0.53
L4-0.125%	1347.5	450	238.5	2.5	0.53
L4-0.25%	1345	450	243	5	0.54
L4-0.5%	1342.5	450	247.5	7.5	0.55

II.5.4. Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes sont de forme prismatique 4cm x 4cm x 16cm. Elles doivent être moulées le plus vite possible après la confection du mortier.

Le moule métallique à trois alvéoles et sa hausse étant fermement fixés à la table à choc, on introduit la première des deux couches de mortier. La couche est étalée uniformément en utilisant la grande spatule puis serrée par 60 chocs. La deuxième couche est alors introduite, nivelée avec la petite spatule et serrée à nouveau par 60 chocs.

Le moule est enlevé de la table à choc, et après avoir retiré la hausse, on enlève l'excédent de mortier par arasage. La surface des éprouvettes est ensuite lissée [BOULIFA.M,2016]



Photo II.6. Table de choc et des moules.

II.5.5. Conservation des éprouvettes :

Le moule rempli de mortier est convenablement identifié, puis placé jusqu'au moment du démoulage couvert d'un couvercle, sur un support horizontal dans laboratoire dont la température de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ et humidité de $50\pm 5\%$. Le démoulage est effectué entre 20 h et 24 h après le moulage. Les éprouvettes sont alors marquées convenablement avec un crayon

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

résistant à l'eau. Les éprouvettes sont placées dans bain d'eau pendant 14 jours et conservé dans une chambre conditions de température de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ et $60\pm 5\%$ d'humidité.

II.6. ESSAI NON DESTRUCTIVE :

II.6.1. Essai de la Masse Volumique :

La masse volumique du mortier frais ou durci est déterminée, pour les différents mortiers Confectionnés, conformément à la norme européenne NF EN 12390 -7.

La masse volumique est obtenue en divisant la masse sur le volume correspondant aux dimensions de l'éprouvette.

$$\rho = \frac{M}{V}; \text{ ou } \rho = \frac{M1 - M2}{V} \left(\frac{kg}{m^3} \right) \quad (2.6)$$

M1 : poids de mortier avec les moules

M2 : poids de moules

V= volume de moules



Photo II.7. Remplissage des moules 4x4x16.

II.6.2 Coefficient d'absorption d'eau :

Il est défini par la norme NFP 18-555 ; cet essai sert à déterminer la porosité interne d'un granulat qui est défini comme étant le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après imbibition par l'eau, à la masse sèche de l'échantillon. Il est donné par la formule suivante :

$$Ab(\%) = \frac{Ma - Ms}{Ms} \times 100 \quad (2.7)$$

Ab : Coefficient d'absorption d'eau.

Ms : Masse de l'échantillon sèche a l'étuve a 105°C jusqu'une masse constante.

Ma : Masse de l'échantillon après imbibition dans l'eau pendant 24h à $T=20^{\circ}\text{C}$

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES



Photo II.8. Conservation des éprouvettes dans l'eau pendant 24h

II.6.3. Vitesse de propagation d'ondes ultrasoniques

Le contrôle par ultrasons est une méthode de contrôle non destructif permettant la détection de défaut à l'intérieur d'un matériau.

Le contrôle par ultrasons est basé sur la transmission et la réflexion d'onde de type ultrasons à l'intérieur d'un matériau. Les ondes utilisées peuvent être libres (de compression ou de cisaillement) ou guidées (de surface ou de plaque).

Il est destiné surtout pour tester l'homogénéité du béton car les résultats dépendent de la formulation de béton de la densité, de la porosité, de l'humidité.

a) Principe :

Une onde ultrasonore est émise par un transducteur placé sur la surface du matériau à contrôler et se propage dans le matériau. Il existe des méthodes par contact. Dans le cas de la méthode par contact, il est nécessaire d'ajouter un couplant (eau ou gel) entre le palpeur et la pièce pour assurer la transmission des ondes [BOULIFA.M, 2016].

$$V = \frac{s}{t} \quad (2.8)$$

V : La vitesse de propagation des ondes ultrasoniques dans le béton en m/sec

s : La distance entre les têtes en m

t : Le temps de propagation en μ sec ;

II.7. ESSAI DESTRUCTIVE

II.7.1. Résistances mécaniques des mortiers

Pour la détermination de la résistance à la flexion, on utilise la méthode de la charge concentrée à mi portée au moyen du dispositif de flexion normalisé. Les demi-prismes obtenus dans l'essai de flexion doivent être essayés en compression sur les faces latérales de moulage sous une section de 4cm x 4cm.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES

II.7.1.1 Résistance à la flexion

Placer le prisme dans le dispositif de flexion avec une face latérale de moulage sur les rouleaux d'appui et son axe longitudinal perpendiculaire à ceux-ci. Appliquer la charge verticalement par le rouleau de chargement sur la face latérale opposée du prisme et l'augmenter de 50 N/s \pm 10 N/s, jusqu'à rupture

Conserver les demi-prismes humides jusqu'au moment des essais en compression. La résistance en flexion R_f (en N/mm²) est calculée au moyen de la formule :

$$R_f = \frac{1.5 \times F_f \times l}{b^3} \quad (2.9)$$

R_f : est la résistance en flexion, en newtons par millimètre carré ou en MPa.

b : est le côté de la section carrée du prisme, en millimètres.

F_f : est la charge appliquée au milieu du prisme à la rupture, en newtons.

l : est la distance entre les appuis, en millimètres.

Nous avons utilisé 3 éprouvette dans chaque essai

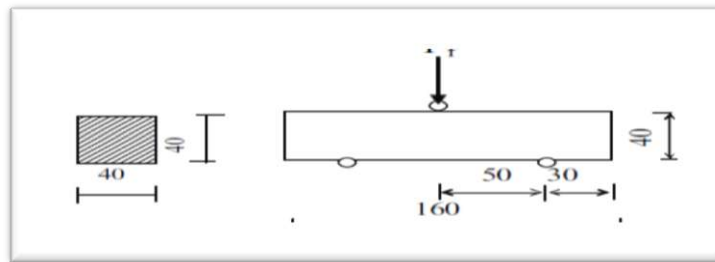


Figure II.2. Essai de flexion

II.7.1.2. Résistance à la compression

Centrer chaque demi-prisme latéralement par rapport aux plateaux de la machine à \pm 0.5 mm près et longitudinalement de façon que le bout du prisme soit en porte-à-faux par rapport aux plateaux d'environ 10 mm

- Augmenter la charge avec une vitesse de 2400 N/s \pm 1 200 N/s durant toute l'application de la charge jusqu'à la rupture (compenser la décroissance de vitesse de la charge à l'approche de la rupture).
- La résistance en compression (en N/mm²) est calculée au moyen de la formule :

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (2.10)$$

R_c : est la résistance en compression, en newtons par millimètre carré ou en MPa.

F_c : est la charge maximale à la rupture, en newtons.

Nous avons utilisé 3 éprouvette dans chaque essai.

CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX UTILISES



Photo II.10. Essai de compression.

II.8. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents matériaux utilisés dans la composition des mortiers. Les détails des différentes formulations a été présenté dans cette partie. Ces différentes formulations seront utilisées pour la réalisation de notre partie expérimentale : études des propriétés physiques et mécaniques

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons entamer l'étude de l'effet d'ajout des fibres polypropylène sur le comportement mécanique des mortiers, la formulation du mortier avec ajout de fibres polypropylène ont été réalisés afin d'étudié les différentes compositions utilisées du mortier dans le tableau (III.1) suivant :

Tableau III.1 : les notations des différentes compositions utilisées

Notation	Pourcentage (%)	Longueur(cm)
L2- 0.125%	0.125%	2cm
L2-0.25 %	0.25%	2cm
L2-0.5%	0.5%	2cm
L4-0.125%	0.125%	4cm
L4-0.25 %	0.25%	4cm
L4- 0.5%	0.5%	4cm

III.2. MANIABILITE

Dans un premier temps, nous avons pris le temps d'écoulement de mortier dans la boite de maniabilité à l'intervalle ($20 \pm 30s$) comme un mortier à consistance normal. Les histogrammes de la figure III.1 représentent la variation de la maniabilité en fonction du pourcentage de fibre polypropylène dans le mortier.

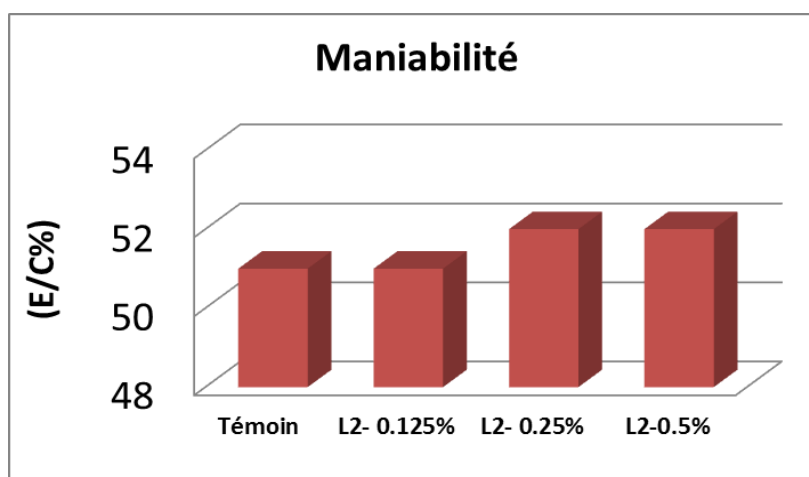


Figure III.1. Maniabilité de mortier avec longueur 2cm de Fpp.

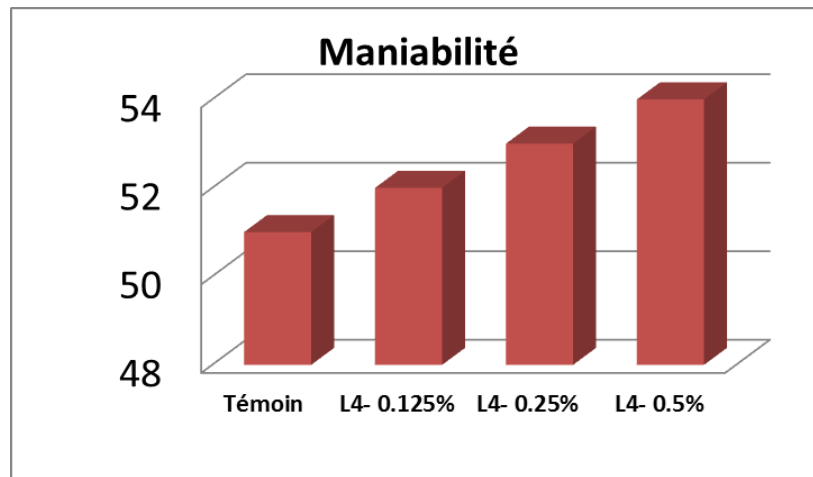


Figure III.2. Maniabilité de mortier avec longueur 4cm de Fpp

La figure III.1, le pourcentage d'eau dans le mortier qui contient 0.25% et 0.5 % de fibre polypropylène était grand par rapport au mortier témoin.

Pour la figure III.2 le pourcentage d'eau dans le mortier qui contenants déférentes proportions de fibre polypropylène était plus grand par rapport au mortier témoin.

On peut conclue que , l'ajout de la fibre de polypropylène augmenter le pourcentage d'eau dans les formulations de le mortier.

III.3. L'ABSORPTION D'EAU

L'histogramme de la figure III.3 représente la variation de l'absorption d'eau en fonction du pourcentage de fibre polypropylène dans le mortier (L2-0.125%, L2-0.25%, L2-0.5%)

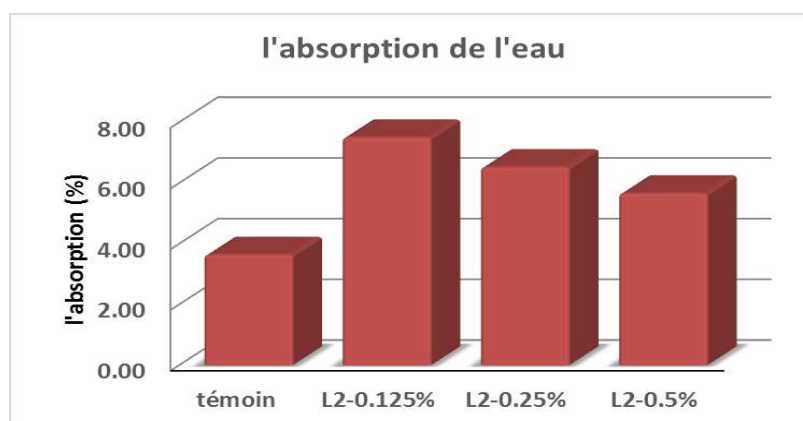


Figure III.3. La variation de l'absorption de l'eau de mortier (L2-0.125%,L2-0.25%,L2-0.5%)

L'histogrammes de la figure III.4 représente la variation de l'absorption d'eau en fonction du pourcentage de fibre polypropylène dans le mortier (L4-0.125%, L4-0.25%,L4-0.5%).

CHAPITER III : RESULTATS ET DISCUSSION

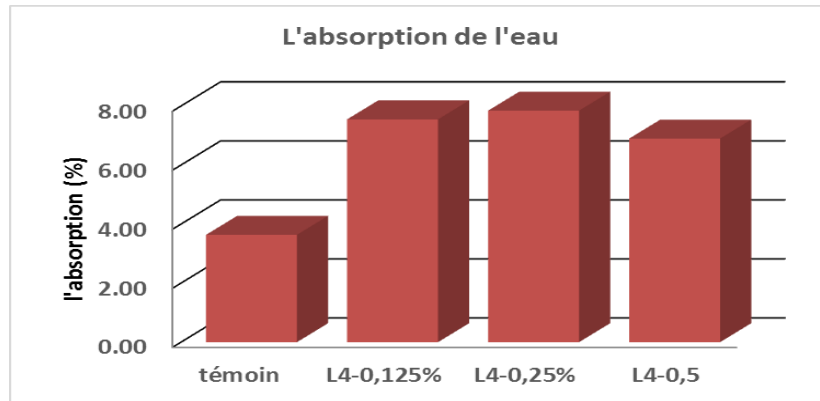


Figure III.4. La variation de l'absorption de l'eau de mortier (L4-0.125%,L4-0.25%,L4-0.5%).

Selon la figure III.3, à l'exception le mortier contenant 0.5% de fibre polypropylène, l'absorption est élevée dans les autres composantes par rapporte à mortier témoin. Pour la figure III,4 l'absorption est importante par rapport au mortier témoin sauf pour les cas où le mortier contient 0.125% et 0.5% de fibre polypropylène.

Donc l'ajoute de la fibre de polypropylène augmente l'absorption de l'eau ; et la composition contenant à 0.25% de fibre donne le grand quantité d'absorption.

III.4. VITESSE DE PROPAGATION D'ONDE SONIQUE

La figure III.4 représente la variation de la vitesse de propagation de son en fonction de pourcentage de fibre polypropylène pour le mortier : (L2-0.125%,L2-0.25%,L2-0.5%).

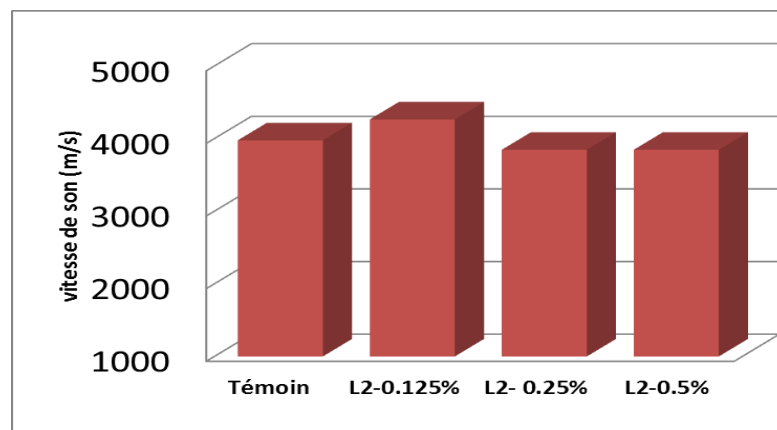


Figure III.5. Vitesse de propagation de son pour différents types du mortier:(L2-0.125%, L2-0.25%,L2-0.5%).

La figure III.6 représente la variation de la vitesse de propagation de son en fonction de pourcentage de fibre polypropylène pour le mortier : (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

CHAPITER III : RESULTATS ET DISCUSSION

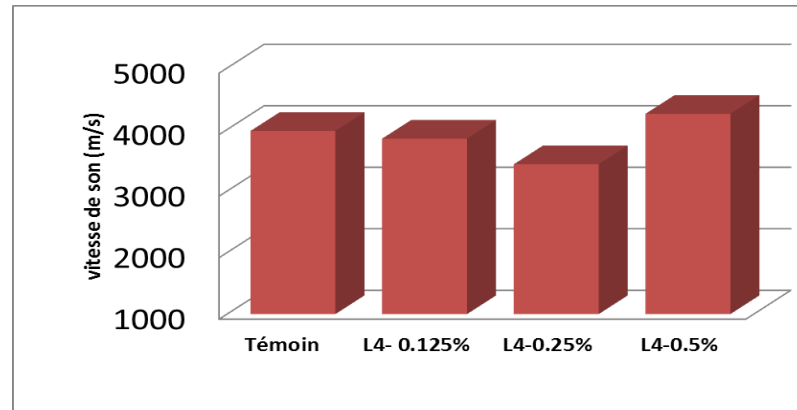


Figure III.6. Vitesse de propagation de son pour différents types du mortier:(L4-0.125%, L4-0.25%,L4-0.5%).

Figure III.5 ; montrent que les vitesses de propagation d'ondes pour les deux compositions L2-0.25% et L2-0.5% de mortier sont inférieures à celle de mortier témoin et les différences en pourcentage par rapport au témoin c'est la même. Mais pour la composition L2-0.125% est supérieure par rapport le témoin.

Dans la figure III.6 ; nous voyons que la vitesse de propagation d'ondes pour les différentes compositions L4-0.125% et L4-0.25% de mortier sont aussi faibles par rapport au mortier témoin. Mais pour la composition L4-0.5% est supérieure par rapport le témoin.

Pour en résumer, l'ajoute de fibre polypropylène enduit à une diminution de la vitesse de propagation d'ondes. Donc, la vitesse de propagation d'onde est bonne pour les compositions L2-0.25%,L2-0.5%,L4-0.125%,L4-0.25% comparée au témoin mais pour les autres composantes, elle est mauvaise.

III.5. RESISTANCE A LA FLEXION

L'historgramme de la figure (III.7) représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L2-0.125%,L2-0.25%,L2-0.5%).

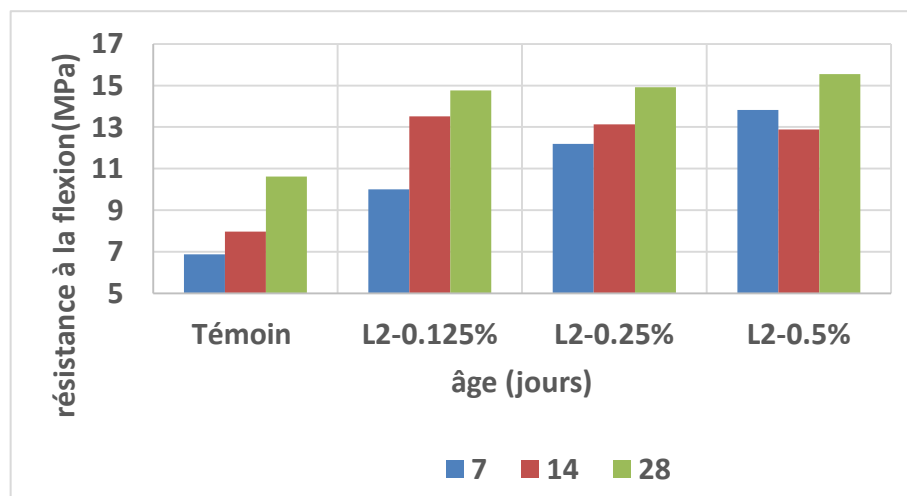


Figure III.7. la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L2-0.125%, L2-0.25%, L2-0.5%).

CHAPITER III : RESULTATS ET DISCUSSION

Les histogrammes de la figure III.8 représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

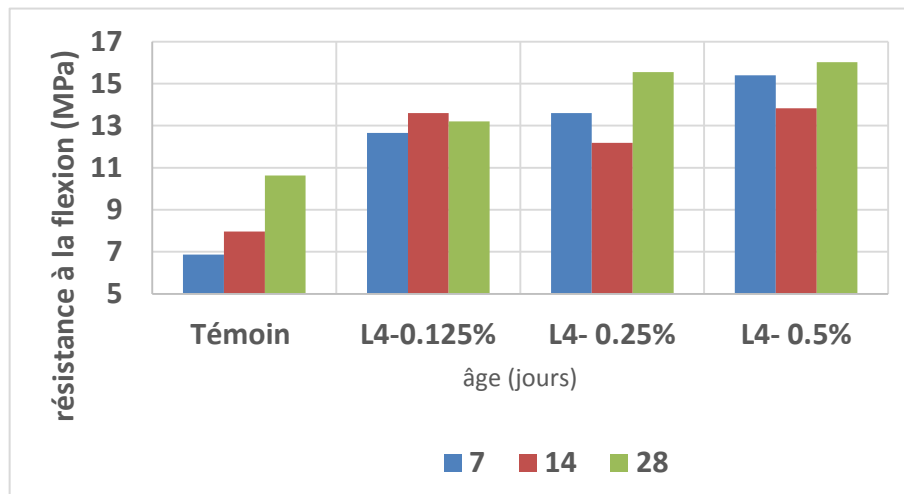


Figure III.8. la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge de les éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%,L4-0.25%,L4-0.5%).

D'après l'historgramme de la figure III.7

Pour une durée de 7 jours, la résistance à la flexion pour les éprouvettes de mortier avec fibre polypropylène est élevée par rapport à celle de témoin. Les taux d'augmentation sont estimés à 45.45%, 77.27%et 100% pour les compositions L2-0.125%, L2-0.25% et L2-0.5%.

Pour l'effet de fibre polypropylène sur la flexion du mortier avec fibre après 14 jours, nous remarquons que la résistance à la flexion est élevée pour toutes les mortiers est fort par rapport à celle de témoin. Les taux de d'augmentation sont estimés à 79.62%,64.88%et 61.93% pour les compositions L2-0.125% , L2-0.25% et L2-0.5%.

A 28 jours, la résistance à la flexion pour le éprouvettes de mortier de fibre polypropylène est haute dans les compositions L2-0.125%, L2-0.25% et L2-0.5%.par rapport à celle de témoin ;et les taux d'augmentation sont respectivement 38.91%,40.42% et 46.25%.

La figure II.8. Montre que :

Après 7 jours, la présence de fibre polypropylène dans le mortier augmenté la résistance à la flexion de mortier comparé au témoin. Les taux d'augmentation par rapport au mortier témoin pour les compositions L4-0.125%, L4-0.25% et L4-0.5% sont respectivement 84%, 97.67% et 123.85%.

Pour le cas de 14 jours, la présence de la fibre polypropylène avec différentes proportions dans le mortier augmenté la résistance à la flexion comparée au témoin.

CHAPITER III : RESULTATS ET DISCUSSION

Les taux de d'augmentation pour les compositions L4-0.125% ,L4-0.25% et L4-0.5% sont respectivement 70.72%, 53.01% et 73.61% .

Pour le cas de 28 jours, nous remarquons que la résistance à la flexion pour les éprouvettes L4-0.125%, L4-0.25% et L4-0.5% est amélioré par rapport au témoin et les taux d'augmentation sont respectivement 24.23%, 46.25% et 50.68%.

III.6. RESISTANCE A LA COMPRESSION

La figure III.9 représente la variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L2-0.125%, L2-0.25%,L2-0.5%).

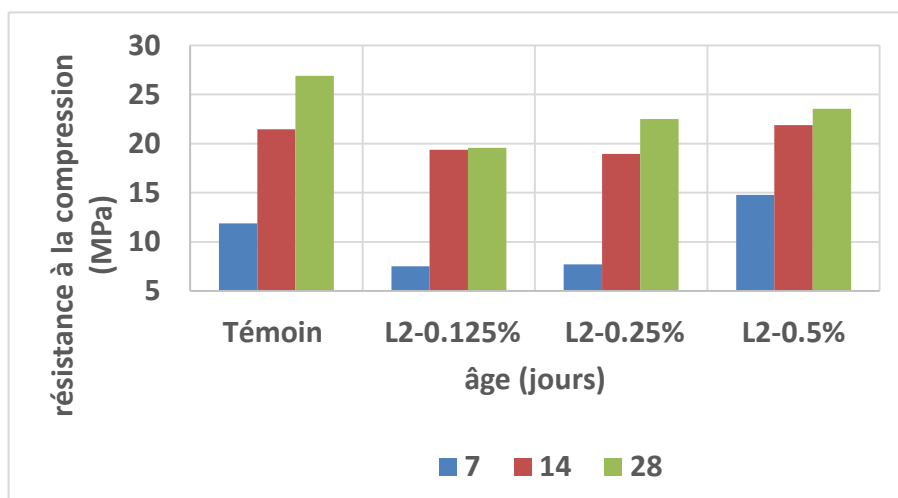


Figure III.9. la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L2-0.125%, L2-0.25%,L2-0.5%).

La figure III.9 représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

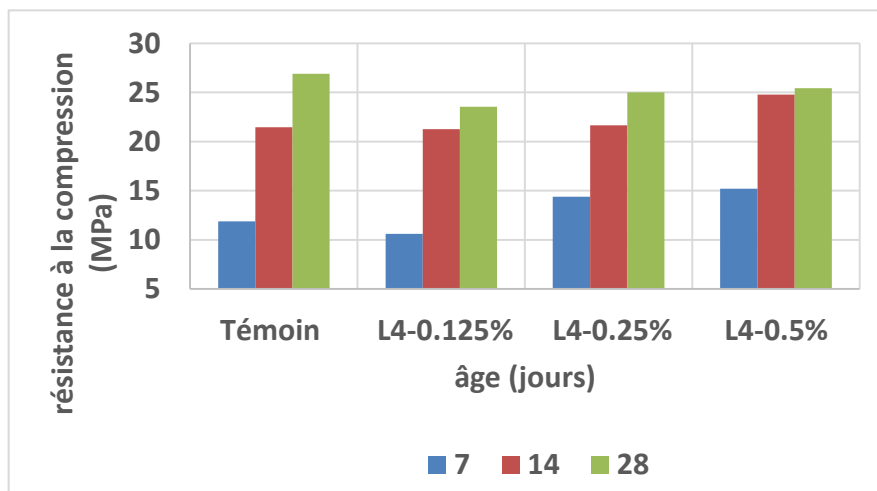


Figure III.10. la variation de la résistance à la compression en fonction d'âge de les éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

La figure III.9 montre que:

A 7 jours, la résistance à compression augmente avec l'augmentation du dosage de fibre polypropylène mais reste toujours inférieure à la résistance de mortier témoin la présence de fibre polypropylène réduit la résistance à la compression pour les compositions L2-0.125% et L2-0.25% avec des taux de 58.33%, et 54.22%, mais pour l'autre composition L2-0.5% le taux augmente avec 24.54%. Après 14 jours, la présence de fibre polypropylène réduit à l'augmentation de la résistance à la compression pour les compositions L2-0.125% et L2-0.25% avec des taux de 10.76% et 13.24%, sauf pour la composition L2-0.5% où le taux augmenté avec 1.93%.

Après 28 jours, la présence de fibre polypropylène diminue la résistance à la compression du mortier fibre polypropylène pour toutes les compositions L2-0.125%, L2-0.25% et L2-0.5% avec des taux de 37.28%, 19.46% et 14.19% respectivement.

La figure III.10 montre que :

Après 7 jours, la résistance à la compression du mortier pour différentes proportions de fibre polypropylène augmenté dans les deux compositions L4-0.25% et L4-0.5% avec des taux 21.01% et 28% respectivement, mais pour la composition L4-0.125% la résistance diminue avec le taux 11.81%.

Après 14 jours, la résistance à la compression du mortier pour différentes proportions de fibre polypropylène augmenté pour les deux compositions L4-0.25% et L4-0.5% avec des taux de 0.93% et 15.51%. Pour la composition L4-0.125%, sa résistance est égale à celle de mortier témoin.

Après 28 jours la résistance à la compression du mortier pour différentes proportions de fibre polypropylène diminue pour toutes les compositions L4-0.125%, L4-0.25% et L4-0.5% par rapport au témoin et les taux de diminutions sont respectivement 14.18 %, 7.52% et 5.78%.

III.7. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons étudié les caractéristiques mécaniques des différentes formulations proposées.

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que :

- ✓ L'augmentation de dosage de fibre polypropylène augmente la résistance à flexion qui reste toujours supérieure à la résistance de mortier témoin à 28jours.
- ✓ La résistance à la flexion et la compression du mortier augmente en fonction de l'âge, et l'ajout de fibres proposées engendre une amélioration acceptable.
- ✓ La fibre utilisée a un effet positif sur l'amélioration des propriétés mécaniques du mortier.

Conclusion général

Conclusion général

Le béton fibré est utilisable dans tous les domaines en bâtiment et génie civil, aussi bien dans les constructions industrielles, commerciales et institutionnelles que résidentielles. Les fibres ont généralement pour rôle de renforcer ou remplacer l'action des armatures traditionnelles en s'opposant à la propagation des microfissures.

La présente étude porte sur l'élaboration et la caractérisation des mortiers fibré en incorporant des fibres industriels (polypropylène) en deux longueur 2cm et 4cm avec différente dosage en masse (0.125%, 0.25% et 0.5%) dans un mortier en fixé le rapport E/C Cette étude a été effectuée en trois chapitres, une recherche bibliographique, une caractérisation des matériaux utilisés, et une analyse et discussion des résultats trouvés à l'aide de l'expérimentale.

Après une étude expérimentale nous avons conclu ce qui suit :

- L'incorporation des fibres influent sur la maniabilité donc en augmente le pourcentage d'eau sur travailler à une maniabilité constante.
- L'ajout de fibres polypropylène est donné des bons résultants par rapport à la composition témoin, essentiellement la composition (L4-0.5%) contenant de 0.5% de fibre polypropène amélioré la résistance mécanique et la vitesse de son est augmenté.
- Les mortiers à dosage de fibre de longueur 4 cm avec déférents pourcentages à donnent une bonne résistance à la flexion et à la compression par rapport les mortiers à dosage de fibre de longueur 2 cm à 07 jours, 14 jour et 28 jours.

Recommandations :

A cet effet de nouvelles études pourront faire suite à ce travail, plusieurs perspectives sont envisageables :

- Faire augmente le pourcentage de fibre dans le but d'estimer leur influence sur les propriétés physiques et mécanique de béton fibré.
- L'utilisation des fibres comme renforts dans les bétons on utilisant autre longueurs.
- Changer la matrice et étudier l'influence de l'incorporation des fibre polypropylène sur les caractéristiques mécaniques.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

AIT AMEUR, M.M ,1998.Contribution à l'étude expérimentale des bétons renforcés de fibres d'acier locale. Thèse de Magister. Université de Tiaret Algérie.

AKCHICHE.H ,2007.Contribution à la modélisation du retrait et du fluage des bétons et mortiers renforcés par des fibres de palmier dattier en régions désertiques. Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

ALIA.A, BAKHMED.A, 2017. L'effet d'ajout des fibres métalliques sur les propriétés physico-mécanique des bétons de sable de dunes. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

BABA ARBIA, MANSOUR .N ,2017. Comportement du béton de sable de dunes renforcé par des fibres métalliques soumis à haute température. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

BAISSA.M , BERROUBA.M ,2017. Etude expérimentale de l'effet des ajouts locaux sur la diminution de la propagation de fissuration sur les bétons. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

BELFERRAG ALLAOUA ; valorisation des fibres métallique issues des déchets pneumatiques dans les bétons de sable da dune ; mémoire magister. Université Ouargla 2006.

BOUALATIA,KEMASSI.W,2018. Etude des caractéristiques mécaniques de béton de sable de dune renforcé par de fibres issues de déchets industriels. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

BOULIIFA.M, DEBABI.A,2017. Utilisation de poudre de verre dans le mortier. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

CHABIA. R, 2016. Contribution à l'étude des caractéristiques physico-mécaniques de béton se sable de dunes et l'influence de milieux de coacervation, mémoire mastère, Université Ouargla.

KETTAB .R, «valorisation du sable de dune », thèse de doctorat ENP2007.

KRIKER. A ,2005. Caractérisation des fibres de palmier dattier et propriétés des bétons et mortiers renforcés par ces fibres en climat chaud et sec. Thèse de doctorat d'état, ENP, Alger.

Références Bibliographiques

MOKHTARLI.A, 2006, influence des ajouts de fines minérales sur les performances mécaniques des bétons renforcés de fibres végétales de palmier dattier. Université de kasdi merbah Ouargla.

NASSAH.D,2017, Influence de la quantité de fibres naturelles (alfa) et commerciales (polypropylène) sur les propriétés physicomécaniques des mortiers fibrés. Mémoire de master. Université de m'hamed bougara Boumerdes.

Norme française, « Équivalent de sable », NF P 18-598, Octobre 1991

Norme française, « Analyse granulométrique par tamisage », NF P 18-560, Septembre 1990).

Annexes

Annexes

Enreg : FTC 13-1/PRO5
Réf : 019/SceCQ/18

FICHE DE QUALITÉ

Produit CEM I 42.5 R SR5 NA 442

Conformément à la norme NA442 édition 2013

Caractéristiques Physico - Mécaniques				Composition Chimique		
Désignations	Unités	Garanties NA.442	Mesures	Eléments	Garanties NA.442	Teneur %
Poids Spécifique (NA 259S/2006)	G/cm ³	-	3.20	SiO ₂	-	21.45
Surface Spécifique Blaine (NA 231/2006)	cm ² /g	-	3945	Al ₂ O ₃	-	4.31
Consistance Normale (NA 230/2010)	%H ₂ O	-	25.82	Fe ₂ O ₃	-	4.56
Temps De Prise (NA 230/2010)	Début	h : min	≥1h :00	CaO	-	61.43
	Fin	h : min	-	MgO	-	1.24
Expansion à Chaud (NA 232/2002)	mm	≤10	0.71	K ₂ O	-	0.61
Refus sur tamis 45 µm (NA 231/2006)	%	-	10.49	Na ₂ O	-	0.39
Chaleur d'hydratation (NA 5061/2006)	120 Heures	J/g	≤270 J/g	SO ₃ (NA237/2005)	3.5%	2.28
Résistance à la Flexion (NA 234/2007)	02 jours	MP a	-	Cl (NA5038/2005)	≤0.1%	0.018
	07 jours	MP a	-	PA.FIN(NA235/2005)	≤5.00%	2.19
	28 jours	MP a	-	CaO Libre	-	0.73
Résistance à la Compression (NA 234/2007)	02 jours	MP a	≥20.00	Résidus Insolubles (NA236/2005)	5.00%	2.36
	07 jours	MP a	-	Composition Potentielle du Clinker C3A	C3A≤5.00%	4.20
	28 jours	MP a	≥42.50			

Ce ciment est analysé par nos soins est un ciment portland composé, dont les caractéristiques physico mécanique et chimiques Satisfont aux exigences des ciments CEM II/A - L 42.5N Selon norme en vigueur.

Fiche de qualité de CEM I 42.5 R SRS NA 442

[FTC 13-1/PROS 019/Sce CQ/18]

Annexes



Photo 01 : Moule 4*4*16(cm2)



Photo 02: ciment utilisé



Photos 03 : tressage des éprouvettes

Annexes



Photo 04 : Essai de flexion



Photo 05 : Essai de compression



Photo 06 : presse de flexion



Photo 07: presse de compression