

**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**

C:.....  
R:.....

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de  
Master, Filière: Génie Civil**

**Spécialité : Structure**

**Thème**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES  
CARACTERISTIQUES MECANQUES DES  
MORTIERS FIBRES PAR DES FIBRES PLASTIQUES  
(ISSUES DES DECHETS INDUSTRIELS)**

**Présenté par :**

- ❖ **BENHAMIDA Roua**
- ❖ **BOULIFA Rima**

**Soumis au jury composé de :**

DJOUHRI Mohamed	Grade M.C.B	U.K.M Ouargla	Président
MEZIANI Nedjma	Grade M.A.A	U.K.M Ouargla	Examineur
MOKHTARI Abdessamed	Grade M.C.B	U.K.M Ouargla	Encadreur

***Année Universitaire: 2019 / 2020***

# *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 Abdessamed** pour la bienveillance avec laquelle il a guidé notre travail, pour leur soutien, ainsi que pour les précieux conseils qu'il nous a prodigué. Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère gratitude. On tient à remercie vivement Monsieur. **DJOUHRI Mohamed** enseignant à l'université d'Ouargla, qu'il nous a fait un grand honneur de présider notre jury de mémoire. On tient à exprimer nos vifs remerciements à Mademoiselle **MEZIANI Nedjma** 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 associe à ces remerciements toutes les personnes qui, directement ou indirectement ont contribué à la réalisation de ce travail.

# *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.*

*Mon très cher frère Raid*

*Mes très chers soeurs Radja et Rihab*

*A Mon fiancé Selmane*

*A mon cher binôme Rima*

*A tous mes proches de la famille BENHAMIDA*

*A tous mes amis chacun par son nom et sur tout Manel et Abednour*

*A tous les enseignants du département de génie civil.*

**ROUA**

# *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.laid et Said, Raouf, Djamel*

*Mes très chères sœurs Amira*

*A La femme de mon frère Saida*

*A mon cher binôme ROUA*

*A tous mes proches de la famille BOULIFA*

*A tous mes amis chacun par son nom*

*A tous les enseignants du département de génie civil.*

**RIMA**

## ملخص :

لتقليل من إنتشار التشققات في الملاط وخاصة في المناطق المشدودة قمنا بإدخال ألياف بلاستيكية ناتجة عن مخلفات الصناعية (أكياس الدقيق) وينسب مختلفة من كتلة الرمال (0.125%، 0.25% و 0.5%).

خلال هذا العمل قمنا بدراسة تأثير الألياف البلاستيكية على الخصائص الميكانيكية للملاط.

**كلمات مفتاحية:** ملاط، ألياف بلاستيكية، إنحناء، ضغط، مقاومة.

## Résumé :

Pour limiter la propagation des fissures dans le mortier surtout dans les zones tendues, on a incorporé des fibres plastiques issues des déchets industriels (sac de farine) avec différents pourcentage (0.125%, 0.25% et 0.5%) à la masse de sable.

Dans ce travaille nous avons étudié l'effet des fibres plastiques sur les caractéristique mécaniques (flexion et compression) du mortier.

**Mots clés :** Mortier, Fibres de plastique, Flexion, Compression, Résistance.

## Abstract:

To limit the propagation of cracks in the mortar, especially intense areas, plastic fibers from industrial wastes (bag of flour) have been incorporated with different percentages (0.125%, 0.25%, and 0.5%) of the mass of sand.

In this work we studied the effect of plastic fibers on the mechanical characteristics (bending and compression) of mortar.

**Key words:** Mortar, Plastic fibers, Bending, Compression, Resistance.

# Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	IV
Table des matières.....	V
Liste des tableaux.....	VII
Liste des figures.....	VIII
Introduction générale.....	1
<b>CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I.1. Introduction.....	2
I.2. Le mortier.....	2
I.2.1. Composition de mortier.....	3
I.2.2. Utilisation de mortier.....	4
I.2.3. Les différents types de mortier.....	4
I.3. Les différents types de béton spéciaux.....	4
I.4. Les fibres.....	5
I.4.1. Les différents types des fibres.....	5
I.4.2. Les avantages des fibres.....	9
I.4.3. Caractéristiques et propriétés des fibres.....	9
I.4.4. Spécificités des fibres.....	9
I.4.5. Le rôle des fibres.....	10
I.5. Les bétons fibres.....	11
I.5.1. Rôle des Fibre dans le Béton.....	11
I.5.2. Avantages du béton fibré.....	12
I.6. Le mortier fibre.....	13
I.6.1. Composition de mortier fibré.....	13
I.6.2. Avantages.....	13
I.7. Les travaux précédents.....	14
I.7.1. Résistance à la flexion.....	14
I.7.2. Résistance à la compression.....	15
I.8. Déchets industriels.....	17
I.8.1. Définition.....	17

I.8.2. Les types des déchets.....	17
I.8.3. Catégories principales de déchets aux travaux de génie civil.....	18
I.9. Conclusion.....	18
<b>CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES</b>	
II.1. Introduction.....	19
II.2. Matériaux.....	19
II.2.1. Eau.....	19
II.2.2. Ciment.....	19
II.2.3. Les fibres.....	20
II.2.4. Le sable.....	21
II.3. Formulation des mortiers renforcés par fibres.....	25
II.4. Conclusion.....	30
<b>CHAPITRE III : RESULTAT ET INTERPRETATION</b>	
III.1. Introduction.....	31
III.2. Essai de résistance a la compression.....	31
III.3. Essai résistance a la flexion.....	32
III.4. Résultats de maniabilité et discussion.....	33
III.5. Résultat et interprétation de résistance à la flexion.....	34
III.6. Résultat et interprétation de résistance à la compression.....	35
III.7. Conclusion.....	37
Conclusion générale.....	38
Référence bibliographique .....	39

# Liste des tableaux

## CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Tableau I.1 :</b>	Propriété physique et mécanique de certaines fibres.....	9
----------------------	--	---

## CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES

<b>Tableau II.1 :</b>	Les propriétés d'eau de gâchage.....	19
<b>Tableau II.2 :</b>	Résultats de la masse volumique absolue.....	21
<b>Tableau II.3 :</b>	Résultats de la masse volumique apparente.....	22
<b>Tableau II.4 :</b>	Résultats équivalent de sable.....	23
<b>Tableau II.5 :</b>	Nature et qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable.....	23
<b>Tableau II.6 :</b>	Les résultats présentés les pourcentages obtenus de l'équivalent de sable.....	23
<b>Tableau II.7 :</b>	Module de finesse de sable de construction.....	25
<b>Tableau II.8 :</b>	Classement du sable.....	25
<b>Tableau II.9 :</b>	Classe de mortier selon le temps d'écoulement.....	27
<b>Tableau II.10 :</b>	Composition échantillon.....	28

# Liste des figures

## CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Figure I.1 :</b>	Composant de mortier.....	2
<b>Figure I.2 :</b>	Fibre de verre.....	7
<b>Figure I.3 :</b>	Fibre métallique.....	8
<b>Figure I.4 :</b>	Fibre polypropylène.....	8
<b>Figure I.5 :</b>	Béton fibré.....	11
<b>Figure I.6 :</b>	Rôle des fibres dans le béton.....	11
<b>Figure I.7 :</b>	Courbes effort/déformation et examen des ruptures en flexion dans un béton sans fibres et dans un béton avec fibres.....	12
<b>Figure I.8 :</b>	Mortier fibré.....	13
<b>Figure I.9 :</b>	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%).....	14
<b>Figure I.10 :</b>	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%).....	15
<b>Figure I.11 :</b>	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%).....	15
<b>Figure I.12 :</b>	La variation de la résistance à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).....	16
<b>Figure I.13 :</b>	Les types de déchets solides.....	17

## CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES

<b>Figure II.1 :</b>	Ciment el mokaouem plus.....	19
<b>Figure II.2 :</b>	Les caractéristiques techniques de ciment mokaouem plus.....	20
<b>Figure II.3 :</b>	Fibre plastique.....	20
<b>Figure II.4 :</b>	Sable de construction.....	21
<b>Figure II.5 :</b>	Essai équivalente de sable.....	22
<b>Figure II.6 :</b>	Série des tamis.....	24
<b>Figure II.7 :</b>	Courbe granulométrique.....	24
<b>Figure II.8 :</b>	Malaxeur de mortier.....	26

<b>Figure II.9 :</b>	La maniabilimètre.....	27
<b>Figure II.10 :</b>	Moule utilisé et la table de choc.....	27
<b>Figure II.11 :</b>	Marquage des éprouvettes.....	29
<b>Figure II.12 :</b>	Démoulage des éprouvettes.....	29
<b>Figure II.13 :</b>	Conservation des éprouvettes dans l'eau.....	29

### **CHAPITRE III : RESULTAT ET INTERPRETATION**

<b>Figure III.1 :</b>	Essai de compression.....	32
<b>Figure III.2 :</b>	Essai de la résistance a la flexion.....	33
<b>Figure III.3 :</b>	Le pourcentage d'eau (E/C) dans le mortier Témoin est inférieur a celui du mortier qui contient 0.125% et 0.25% et 0.5 % de fibres plastiques.....	33
<b>Figure III.4 :</b>	La variation de la résistance en (KN) à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).....	34
<b>Figure III.5 :</b>	La variation de la résistance en (kN) à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%).....	35
<b>Figure III.6 :</b>	La variation de la résistance en (MPa) à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).....	36
<b>Figure III.7 :</b>	La variation de la résistance en (MPa) à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%).....	36

***INTRODUCTION***

***GENERALE***

## Introduction générale

Les matériaux les plus fréquents en construction sont le béton et le mortier bien qu'ils résistent mal à la fissuration qu'à la traction, surtout dans la région saharienne de l'Algérie, car les conditions climatiques causent : dessèchement des matériaux hydrauliques. Ce qui entraîne des retraites et fissures importants. Pour cela comme solutions techniques, il faut renforcer le béton par les fibres pour améliorer les performances mécaniques.

En génie civil, on utilise le mortier fibré. Sa spécialité en fait un mortier aux propriétés mécaniques importantes en termes de durabilité.

L'Algérie est parmi les pays du tiers monde qui dispose d'énorme gisement en matériaux tel que le sable de dunes du Sahara, ainsi qu'une grande variété de fibres (métalliques, végétales, polypropylène, plastique...), qui sont peu, voir même non valoriser dans le domaine de la construction. La recherche et l'expérience acquise ont permis l'introduction des fibres dans le domaine de la construction, et qui rend la possibilité de produire des éléments minces, plus légers, plus résistants et moins sujets à la fissuration par la simple addition d'une quantité de fibres [1].

Les fibres en plastique mis en œuvre dont le diamètre dépend de la granulométrie du mortier, compris entre 0 et 2 mm. Fréquemment le mortier fibré doit être prêt à l'emploi.

Notre but est d'évaluer expérimentalement l'influence des fibres issues de déchets industriels précisément les sachets d'emballage en grande quantité sur les caractéristiques mécaniques des mortiers à base des sables de construction.

Notre travail est divisé en trois chapitres Après une introduction générale, Le première chapitre, est une étude bibliographique, dans le deuxième chapitre, nous présentons les différents types de fibres et leurs caractéristique physiques et mécanique, et les caractéristique des compositions de mortier et formulation. Après le troisième chapitre est consacrée pour l'étude expérimentale, qui consiste à étudier les différents essais (compression et flexion) sur les deux sortes de mortiers classiques et fibrés et on a analysé les résultats.

***CHAPITRE I :***

***RECHERCHE***

***BIBLIOGRAPHIQUE***

## I.1. Introduction :

On a cherché depuis longtemps à rendre plus résistant les matériaux de construction à l'aide de fibres de différentes natures, comme (le mortier de chaux armé de poils d'animaux, les briques en terres armées de pailles...etc).

On sait que l'état fragile des matériaux possède une faible résistance à la traction, des fibres de toute nature ont été expérimentées dans le renforcement des matériaux.

Le choix du renfort est très important. Il doit avoir de bonnes propriétés intrinsèques de résistance, être compatible avec la matrice cimentaire et doit aussi avoir un coût acceptable.

## I.2. Le mortier :

Une construction est généralement réalisée par éléments, donc il faut assurer la liaison entre eux (blocs de béton, briques, éléments en béton préfabriqué, etc.) ou qu'il faut protéger par un revêtement. On doit alors effectuer des scellements ou divers travaux de reprise, de bouchage, etc. Toutes ces opérations se font à l'aide d'un liant toujours mélangé à du sable, de l'eau – et éventuellement un adjuvant – pour obtenir un « mortier », qui se distingue du béton par l'absence de gravillons qui a pour but de :

- Solidariser les éléments entre eux;
- Assurer la stabilité de l'ouvrage;
- Comblent les interstices entre les blocs de construction.

Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additions. Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres : liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le liant, tous les ciments et les chaux sont utilisables ; leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement [2].

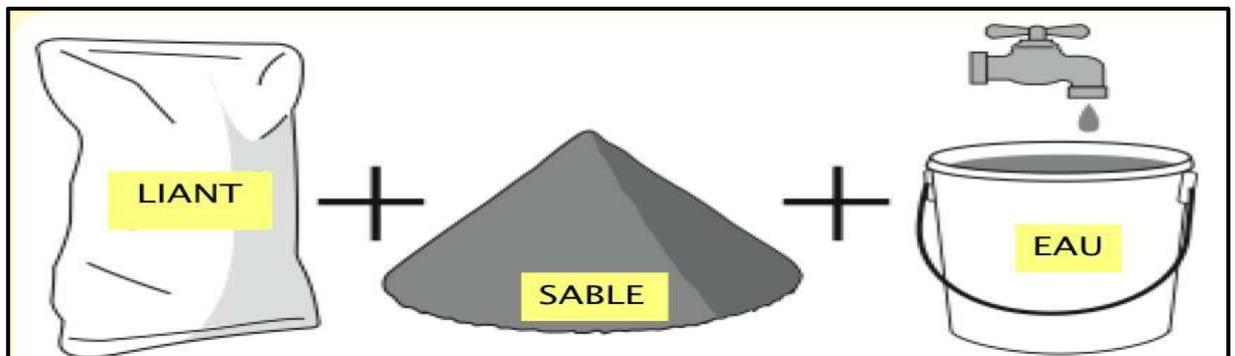


Figure I.1 : Composant de mortier [3]

### I.2.1. Composition de mortier :

Le mortier est un des matériaux de construction, qui contient du ciment; de l'eau; du sable; des adjuvants et éventuellement des additions. Ils peuvent être très différents les uns des autres selon la nature et les pourcentages des constituants, le malaxage, la mise en œuvre et la cure. Les mortiers sont constitués par des mélanges de [2]:

- Liant (ciment ou chaux);
- Eau;
- Sable;
- Adjuvants.

**a) 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 [1].

**b) Sable :** On définit les sables comme étant la fraction des granulats pierreux dont les grains ont des dimensions comprises entre 80  $\mu\text{m}$  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 maximal est inférieur à 6,3 mm et dont le passant à 80 microns n'excède pas 30%[4].

**c) Les adjuvants :** Les adjuvants sont des produits chimiques que l'on utilise dans le cas des bétons. Ils modifient les propriétés des bétons et des mortiers auxquels ils sont ajoutés en faible proportion (environ de 5% du poids de ciment). Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants :

- Les plastifiants (réducteurs d'eau);
- Les entraîneurs d'air;
- Les modificateurs de prise (retardateurs, accélérateurs);
- Les 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 [5].

**d) L'eau :** Nécessaire à l'hydratation de ciment, elle facilite aussi la mise en œuvre du mortier. La qualité de l'eau a une influence sur les caractéristiques du béton.

**e) Les ajouts :** Les ajouts que l'on utilise dans les mortiers sont :

- Poudres fines pouzzolaniques (cendres, fumée de silice..);
- Fibres de différentes natures;
- Colorants (naturels ou synthétiques);
- Polymères.

### **I.2.2. Utilisation de mortier :**

- Mortiers pour enduits de couleur et d'aspect varié;
- Mortiers d'imperméabilisation;
- Mortier d'isolation thermique;
- Mortier de jointoiement;
- Mortier de ragréage;
- Mortier de scellement, mortier pour chape;
- Mortier-colle pour carrelages, sur fond de plâtre ou de ciment;
- Mortier de réparation.

### **I.2.3. Les différents types de mortier :**

- Les mortiers de ciment;
- Les mortiers de chaux;
- Les mortiers bâtards;
- Mortiers fabriqués sur chantier;
- Mortier industriel.

### **I.3. Les différents types de béton spéciaux :**

- Le Béton Fibré;
- Le Béton Fibré Haute Et Ultra-haute Performance;
- Le Béton Prêt A L'emploi;
- Le Béton Lourde;
- Les Bétons Légers;
- Le Béton Auto-Plaçant;
- Le Béton Coloré;

- Le Béton De Résine;
- Le béton projeté;
- Le béton de latérite.

#### **I.4. Les fibres :**

Les fibres sont définies comme des éléments discontinus, de nature variable, des formes sensiblement cylindriques, d'un diamètre et longueur variable. Elles sont réparties dans la matrice soit d'une façon aléatoire ou orientation préférentielle. Généralement les fibres sont aussi utilisées pour définir le constituant élémentaire des structures textiles. Par ailleurs, on distingue la fibre de longueur réduite ou fibre courte, et la fibre de grande longueur ou filament continu. Il existe un grand nombre de fibres qui se différencient par leur origine (naturelles, artificielles et synthétiques), leur forme (droite, ondulée, aiguille, ...etc.), leur dimension (macro ou micro - fibre) et aussi par leurs propriétés mécaniques. Cependant, pour faire un choix de fibres à utiliser pour des applications, il est nécessaire de tenir compte de la compatibilité de la fibre avec la matrice, et la mode de performance du composite [6].

##### **I.4.1. Les différents types des fibres :**

Il existe plusieurs types de fibres qui se différencient par leur nature, leur diamètre, leur longueur (macro ou micro fibres), leur forme et leur état de surface. Par leurs caractéristiques, différentes les unes des autres, les fibres sont définies suivant qu'elles soient naturelles ou artificielles [7].

Elle se décline en 3 grandes familles de fibres selon la nature des matériaux qui les composent

##### **❖ Les fibres métalliques :**

- Acier;
- Inox;
- Alliage amorphe.

##### **❖ Les fibres organiques :**

- Polypropylène;
- Polyéthylène;
- Polyamide (Nylon);
- Acrylique;
- Polyester;

- Mélange Polypropylène/Polyéthylène;
- Aramide (Kevlar).

❖ **Les fibres minérales :**

- Verre;
- Carbone.

Les fibres sont conditionnées en sacs

❖ **Les fibres plastiques :**

Sont des fibres en matières plastique chaque famille de fibres présente des caractéristiques mécaniques et physiques et des propriétés spécifiques

**Les fibres les plus utilisées sont :**

- Les fibres métalliques;
- Les fibres polypropylène;
- Les fibres de verre;
- Les fibres de plastique.

**a) Les fibres de verre :**

La fibre de verre est un filament de verre. Par extension, les matériaux composites renforcés de cette fibre sont aussi appelés Les fibres de verre, Ils constituent avec les verres creux, les verres plats et les verres cellulaires, les principales familles 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.

Les fibres de verre sont réparties en trois qualités :

- **Verre E :** Pour les composites de grande diffusion et les applications courantes.
- **Verre R :** Pour les composites hautes performances.
- **Verre D :** Pour la fabrication de circuits imprimés (propriétés diélectriques).



**Figure I.2 : Fibre de verre [8]**

**b) Les fibres métalliques :**

Les fibres Métalliques ce type de fibres, qui regroupe les fibres d'acier et les fibres de fonte amorphe, a été et reste encore l'objet de recherches très importantes dans le monde. Dans la présente étude, nous nous sommes intéressé à la fibre métallique (acier), vue les caractéristiques (forme, élanement, caractéristiques physico- chimique...etc.) qu'elles présentent. L'ajout des fibres au béton, apporte une certaine ductilité ; pour une longueur de fibres égale à 30 mm et un pourcentage en fibres de 1%, le résultat est meilleur avec les fibres en copeaux. Cependant, en ce qui concerne l'énergie de rupture, elle est plus importante dans le cas des éprouvettes armées de fibres Dramix (pour  $L_f=50\text{mm}$ ). Ceci peut s'expliquer par le fait que ces fibres présentent un système d'ancrage, elles sont munies de crochets aux extrémités. L'adhérence fibres-matrice (béton) est ainsi meilleure. Il existe sur le marché, une panoplie de fibres métalliques d'acier, voici quelques types de fibres :

(Fibres ondulées - Crantées - Torsadées - Droites ; - Fils, Rubans ; - Fibres à extrémités aplaties, à crochets, à têtes coniques, etc.)



**Figure I.3 :** Fibre métallique [9]

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

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 et, soit aux chocs mécaniques [5].



**Figure I.4 :** Fibre polypropylène [5]

**Tableau I.1:** Propriété physique et mécanique de certaines fibres [5]

Fibre	Diamètre en ( $\mu\text{m}$ )	Densité en( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	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.4.2. Les avantages des fibres :

- Efficaces vis-à-vis de la fissuration au jeune âge.
- Peu efficaces vis-à-vis de la fissuration du béton durci.
- Très efficaces pour améliorer la tenue au feu des structures en béton.
- Infroissable.

#### I.4.3. Caractéristiques et propriétés des fibres :

Chaque fibre présente des caractéristiques et des propriétés spécifiques : dimensions (diamètre inférieur en général à 1 mm, longueur en général inférieure à 60 mm...), formes (lisses, crantées, ondulées, biondulées, à crochet...), résistances mécaniques (résistance à la traction), ce qui génère des performances mécaniques et des propriétés très variées.

#### I.4.4. Spécificités des fibres :

Pour faciliter leur utilisation, les fibres doivent :

- Etre faciles à incorporer dans le béton et ne pas perturber le malaxage (leur dispersion dans le béton doit être rapide).
- Se répartir de manière homogène lors du malaxage au sein du béton (pas d'agglomération de fibres) et lors du bétonnage.

Pour améliorer les performances des bétons, elles doivent :

- Etre flexibles sans être fragiles.
- Etre relativement longues et fines.
- Présenter une grande surface spécifique.
- Offrir une bonne capacité de déformation.
- Assurer un bon ancrage dans le béton.
- Présenter une bonne adhérence avec la pâte de ciment.

#### **I.4.5. Le rôle des fibres [10] :**

Les fibres ont pour rôle principal de s'opposer à la propagation des microfissures. Selon les fibres utilisées (forme et nature) et les ouvrages auxquels elles sont incorporées, ce rôle se traduit aussi par des améliorations relatives à :

- La cohésion du béton frais.
- La facilité de moulage ou de mise en place dans le coffrage.
- La déformabilité avant rupture.
- La résistance à la traction par flexion.
- La ductilité et la résistance post-fissuration.
- La limitation de la fissuration due au retrait.
- La répartition homogène de la fissuration.
- La résistance aux chocs.
- La résistance à la fatigue.
- La résistance à l'usure.
- La résistance à l'abrasion.
- La tenue au feu.
- La capacité à absorber de l'énergie.

Bien sûr, toutes les fibres ne confèrent pas aux bétons l'ensemble de ses améliorations.

### I.5. Les bétons fibres :

Un béton fibré est un matériau composite associant une matrice (le béton) et un renfort (les fibres). Les fibres ont pour rôle principal de maîtriser la fissuration et de reprendre les efforts au droit des fissures éventuelles. Elles confèrent au béton des performances et des propriétés liées à leur nature, leurs formes et à leurs caractéristiques mécaniques. Le spectre des utilisations des bétons fibrés est devenu extrêmement large. Les bétons fibrés enrichissent l'éventail des solutions constructives en béton, grâce au développement continu d'une gamme de fibres aux propriétés multiples.



Figure I.5 : Béton fibré [3]

#### I.5.1. Rôle des fibres dans le béton :

Au début, les chercheurs ont essayé, par l'addition de fibres, d'augmenter les caractéristiques mécaniques du béton ou de mortier comme la résistance à la compression et la résistance à la flexion, mais le résultat obtenu était limité. Ils n'ont constaté que le rôle principal des fibres dans un matériau cimentaire peut-être apprécié sous deux volets.

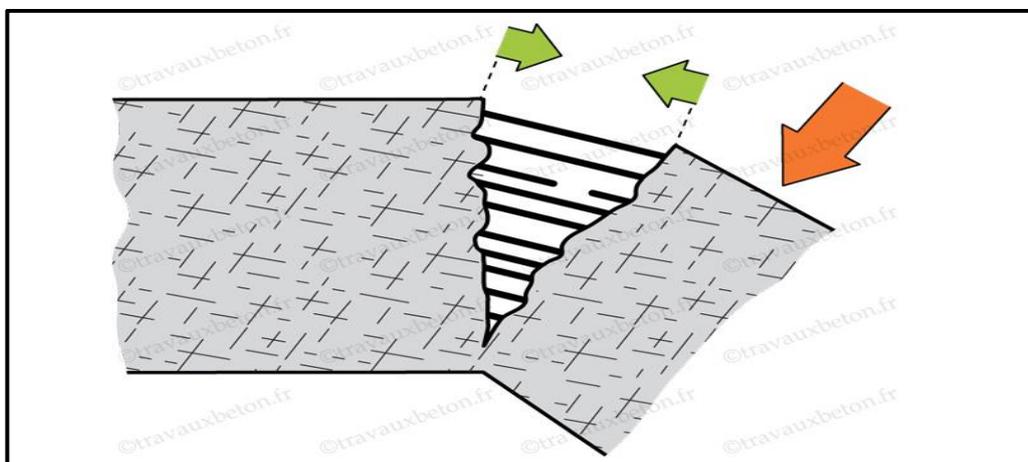
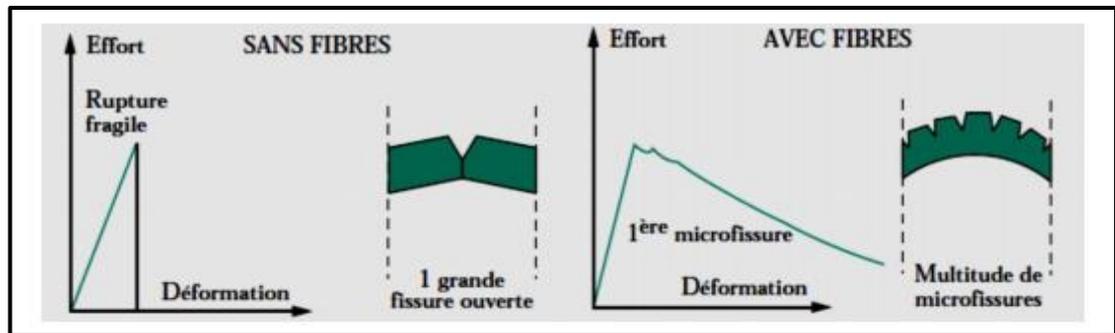


Figure I.6 : Rôle des fibres dans le béton [9]

Le contrôle de la propagation d'une fissure dans un matériau en état de service en réduisant l'ouverture des fissures, comme schématiquement illustré par la Figure (I.7).

La transformation du comportement fragile d'un matériau en un comportement ductile qui accroît la sécurité lors des états de chargement ultimes.



**Figure I.7 :** Courbes effort/déformation et examen des ruptures en flexion dans un béton sans fibres et dans un béton avec fibres [5]

### I.5.2. Avantages du béton fibré :

Les avantages de l'utilisation des fibres dans le béton sont présentés selon Aspect technique et l'aspect technique et économique.

#### a) Aspect technique :

L'utilisation d'un béton fibré est avantageuse principalement au niveau du contrôle de la fissuration ainsi que du support de charge, tout dépendamment du type de fibres et du dosage utilisé. Les principaux avantages techniques sont :

- Un renforcement tridimensionnel uniformément distribué à travers le béton.
- Une augmentation de la ténacité grâce au comportement en post-fissuration.
- (résistance résiduelle).
- Une énergie d'absorption élevée.
- Une résistance aux impacts élevée.
- Une résistance à la fatigue élevée.
- Une augmentation de la résistance en cisaillement.

#### b) Aspect économique :

Les principaux avantages économiques des bétons fibrés sont :

- Une réduction des intervenants sur le chantier, ce qui implique une réduction du coût de mise en place et du temps de construction.
- Une optimisation du dimensionnement.

### **I.6. Le mortier fibre :**

Est principalement utilisé dans le domaine de la construction, aussi bien dans le cadre d'une rénovation que de la réalisation de constructions neuves. La spécificité de sa formulation en fait un mortier aux propriétés mécaniques intéressantes en termes de durabilité.



**Figure I.8 :** Mortier fibré.

#### **I.6.1. Composition de mortier fibré :**

Le mortier fibré se compose de différents types de sables, de ciments spéciaux de fibres synthétiques ainsi que d'adjuvants.

Les fibres utilisées sont en matière plastique. Leur longueur (d'une moyenne de 1.5-3cm) et leur diamètre dépendent principalement de la granulométrie du mortier, comprise entre 1 et 2 mm. La plupart du temps, le mortier fibré est un mortier prêt à l'emploi.

#### **I.6.2. Avantages :**

L'ajout de fibres dans le mortier permet d'augmenter la densité du matériau. Le mortier fibré est plus compact et plus résistant. Ainsi :

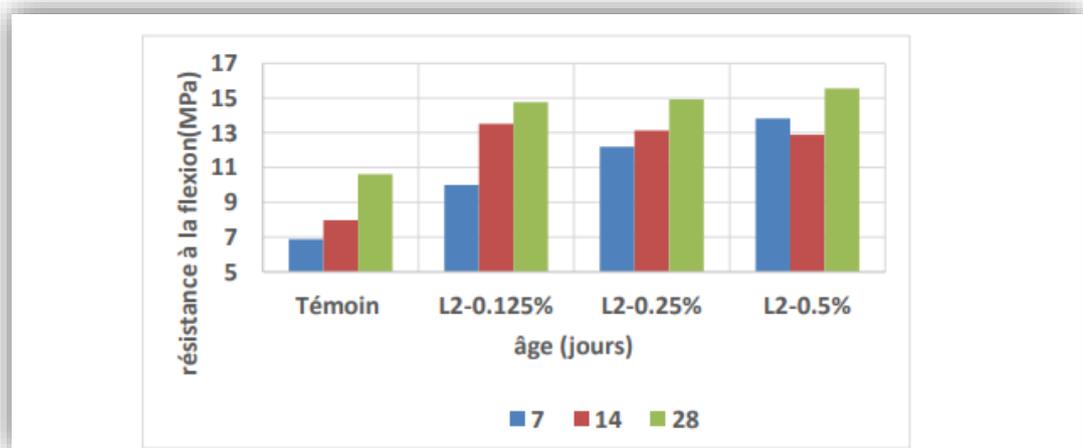
- Il bénéficie d'une meilleure résistance à la compression.
- Il est moins sujet aux risques de fissurations lors de la phase de retrait.
- Il endure mieux les chocs et les agressions extérieures (pluies acides, pollution).
- Il offre peu de prise à la corrosion, qui résulte de la carbonations du béton et des ions chlorure.

### I.7. Les travaux précédents :

D'après l'étude de [Goubi Fetni, 2019 [5]] sur les propriétés physicomécaniques des mortiers fibrés (fibres de polypropylène). Les résultats d'essai de compression sur les éprouvettes prismatiques 4x4x16 cm. Les histogrammes représentent la Résistance à la compression des mortiers de fibres de polypropylène.

#### I.7.1. Résistance à la flexion :

L'historgramme de la figure (I.9) 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%).

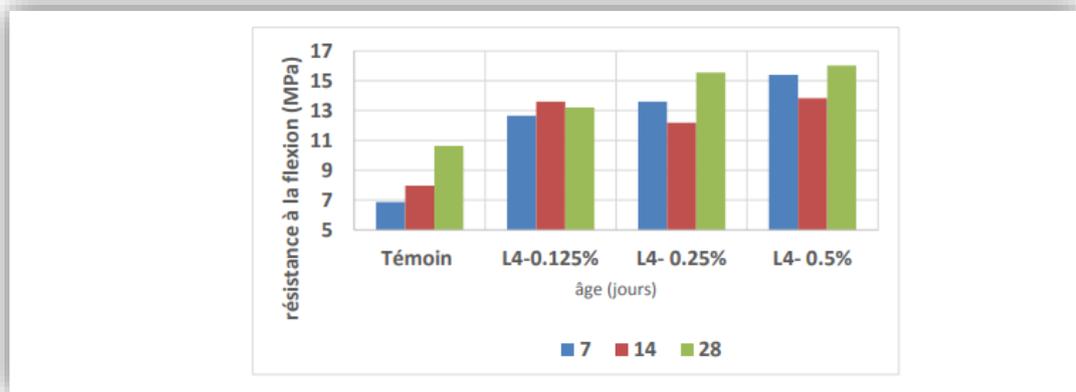


**Figure I.9 :** La variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L2-0.125%, L2-0.25%, L2-0.5%).

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.

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.

A 28 jours, la résistance à la flexion pour les 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.

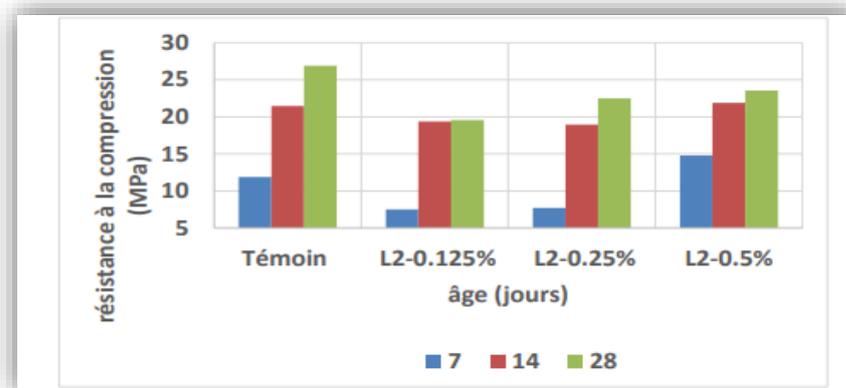


**Figure I.10 :** La variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

La figure I.10 Montre que : Après 7 jours, la présence de fibre polypropylène dans le mortier augmenté la résistance à la flexion de mortier comparé au témoin 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.

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.

### I.7.2. Résistance à la compression :

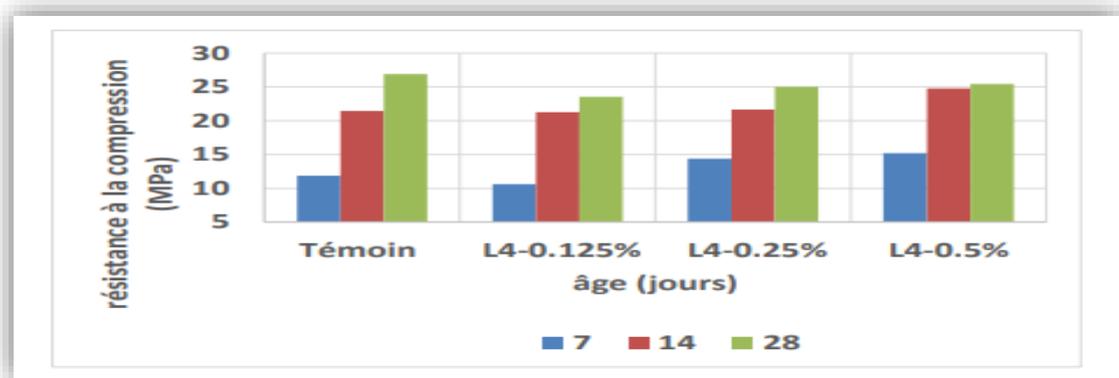


**Figure I.11 :** Représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%).

La figure I.11 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%,

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.



**Figure I.12 :** La variation de la résistance à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L4-0.125%, L4-0.25%, L4-0.5%)

La figure I.12 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.

## I.8. Déchets industriels :

### I.8.1. Définition :

La préservation du patrimoine écologique représente un enjeu capital au niveau international. Dans ce contexte, maîtriser les risques croissants de pollution sur divers aspects (sols, nappes phréatiques,...), et leurs effets sur l'environnement, est devenu une nécessité.

On peut classer les déchets selon quatre grandes catégories représentant l'essentiel de la production et rendant compte de leur diversité : les déchets organiques, les déchets inertes, les déchets banales, les déchets spéciaux [1].

### I.8.2. Les types des déchets :

L'adjectif solide, d'autre part, mentionne ce qui est massif ou ferme. Un corps solide conserve son volume (ou sa taille) et sa forme constants grâce à la grande cohésion des molécules. De cette façon, il se distingue des autres états d'agrégation de la matière, tels que l'état liquide ou l'état gazeux [1].

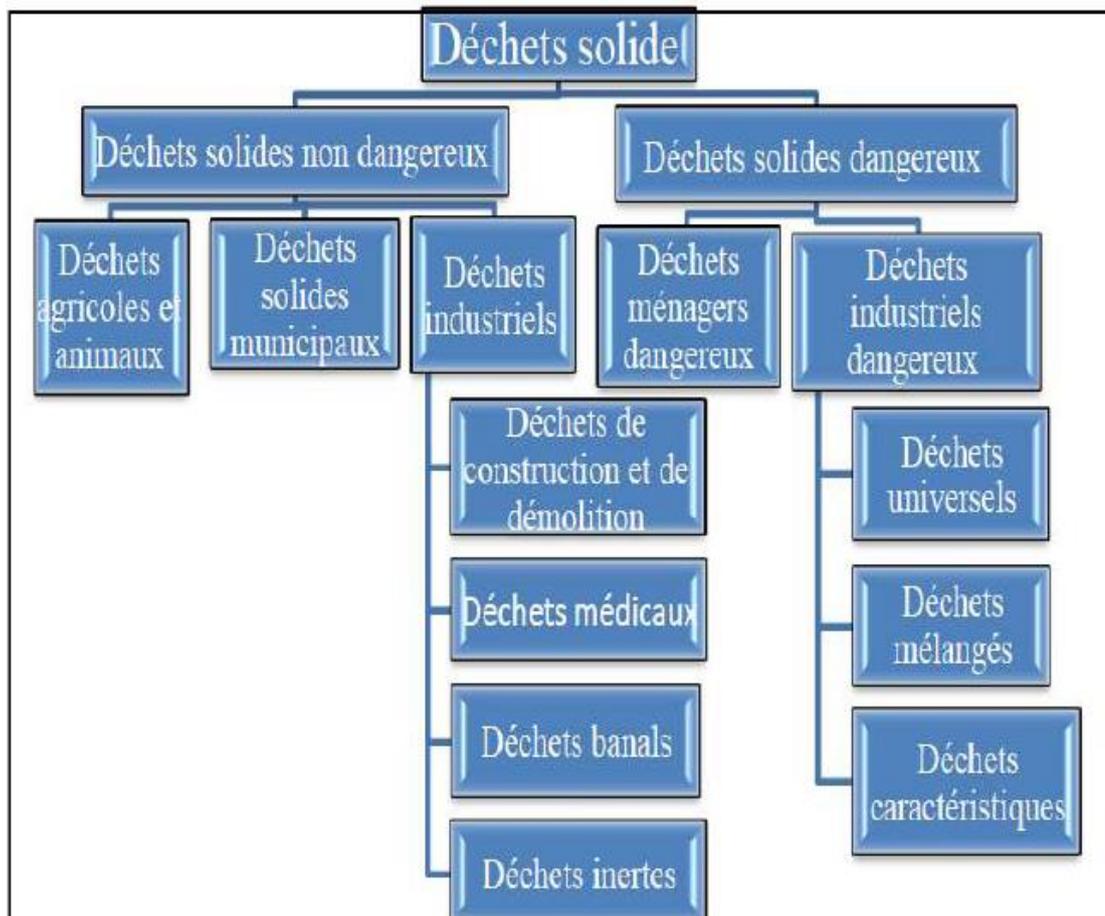


Figure I.13 : Les types de déchets solides [1].

**I.8.3. Catégories principales de déchets aux travaux de génie civil : [1]**

Dans le cadre de travaux de génie civil, on distingue trois catégories principales de déchets :

- ❖ Les déchets inertes.
- ❖ Les déchets banals.
- ❖ Les déchets dangereux.

**I.9. Conclusion :**

On a beaucoup appris sur le comportement mécanique du mortier fibré et on a distingué plusieurs types de fibres ainsi que leurs avantages, et aussi l'influence des fibres.

# ***CHAPITRE II :***

## ***LES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES***

## II.1. Introduction :

Les propriétés mécaniques de mortier fibrés dépendent de plusieurs facteurs comme les conditions de mise en œuvre, la distribution des fibres dans le mortier. À cause des propriétés des fibres.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes caractéristiques physicomécaniques des matériaux utilisés et les différents matériels utilisés pour la préparation de notre mortier, on présente aussi la formulation et la préparation du mélange, ainsi que les différents essais appliqués sur le mortier.

## II.2. Matériaux :

### II.2.1. Eau :

L'eau utilisée est issue du robinet de laboratoire de béton du département de génie civil et hydraulique d'UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA. C'est une eau propre et potable

**Tableau II.1 :** Les propriétés d'eau de gâchage.

Conductivité	PH	TDS	Salinité	T
3097 $\mu$ S/cm	7.88	1548PPm	1.62PSU	20.18°C

### II.2.2. Ciment :

Le ciment utilisé est un ciment CEM I 42.5N-SR3 disponible sur le marché public au nom de (EL MOKAOUEM PLUS) est un ciment gris résistant aux sulfates, résultat de la mouture d'un clinker contenant un faible taux d'aluminates de calcium avec une proportion de gypse inférieure a celle d'un ciment portland composé.



**Figure II.1 :** Ciment el mokaouem plus

❖ Les caractéristiques :

• Analyses chimiques		Valeur	• Temps de prise à 20° (NA 230)		Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)		0,5 à 3 %	Début de prise (min)		> 60
Teneur en sulfates (SO3) (%)		1,8 à 3	Fin de prise (min)		240 à 400
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)		1,2 à 3			
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)		0,01 à 0,05			
• Composition minéralogique		Valeur	• Résistance à la compression		Valeur
Taux d'aluminate C3A		<3.0%	2 jours (MPa)		≥10
			28 jours (MPa)		≥42.5
• Propriétés physiques		Valeur	Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent être considérées comme absolues		
Consistance Normale (%)		25 à 28			
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm <sup>2</sup> /g) (NA231)		3200 à 3800			
Retrait à 28 jours (µm/m)		< 1000			
Expansion (mm)		≤2,0			
Chaleur d'hydratation		<270j/g			

Figure II.2 : Les caractéristique techniques de ciment mokaouem plus [11]

II.2.3. Les fibres : Issu de Déchet plastique industriel.

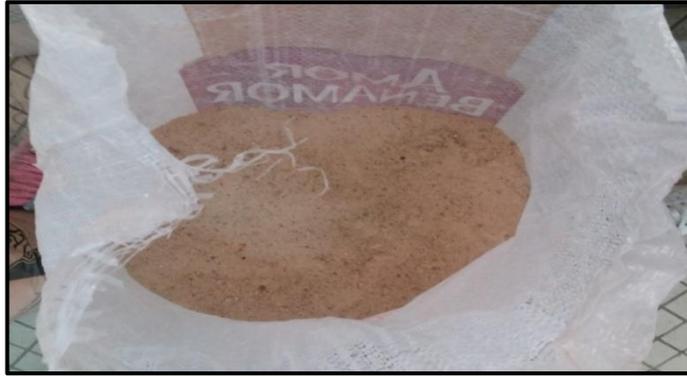


Figure II.3 : Fibre plastique

❖ Les caractéristiques : [12]

<b>Largeur (mm):</b>	0 - 2 mm
Longueur (cm):	1.5 - 3
Température transition vitreuse:-	-10 °C
Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	0.9
Température transition fusion :-	145 - 175 °C

**II.2.4. Le sable :** Le sable utilisé est un sable de construction est de la carrière DJAMAA.



**Figure II.4 :** Sable de construction

**a) La masse volumique :**

La masse volumique aussi nommée densité volumique de masse est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un matériau par unité de volume.

**1) La masse volumique absolue : [13]**

La masse volumique absolue d'un matériau est la masse d'un mètre cube de ce matériau, déduction faite de tous les vides, aussi bien des que des vides à l'intérieur des vides entre les grains.

$$MV_{abs} = \frac{M_s}{(v_2 - v_1)}$$

**MV abs:** Masse volumique absolue.

**MS:** Masse des grains solides.

**V1:** Volume de l'eau.

**V2:** Volume total (grains solides+ eau).

**Tableau II.2 :** Résultats de la masse volumique absolue

<b>M (g)</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
<b>V1 (ml)</b>	200	200	200
<b>V2 (ml)</b>	320	318	317
<b>Masse volumique absolue (g/ml)</b>	2.5	2.54	2.56
<b>Valeur moyenne</b>	Mv ab moy = 2.53 g/cm <sup>3</sup>		

**2) La masse volumique apparente : [14]**

$$MV_{ap} = M_t / V_t$$

**M<sub>t</sub>** : Masse totale d'échantillon.

**V<sub>t</sub>** : Volume total d'échantillon.

**Tableau II.3** : Résultats de la masse volumique apparente

Essais	1	2	3
V (cm <sup>3</sup> )	1070	1092.88	1092.88
M <sub>0</sub>	129.6	129.6	192.6
M <sub>t</sub>	1878.5	1898.00	1900.8
M <sub>v app</sub>	1.63	1.62	1.62
<b>M<sub>v app moy</sub> = 1.62 g / cm<sup>3</sup></b>			

**b) Equivalent de Sable : [15] [16]**

Il est défini par la norme NFP 18-598; cet essai permettant de mesurer la propreté d'un sable. L'essai est effectué sur la fraction 0/2 mm du sable à étudier. On lave l'échantillon, selon un processus normalisé, et on laisse reposer le tout. Au bout de 20 minutes, on mesure les éléments suivants : -

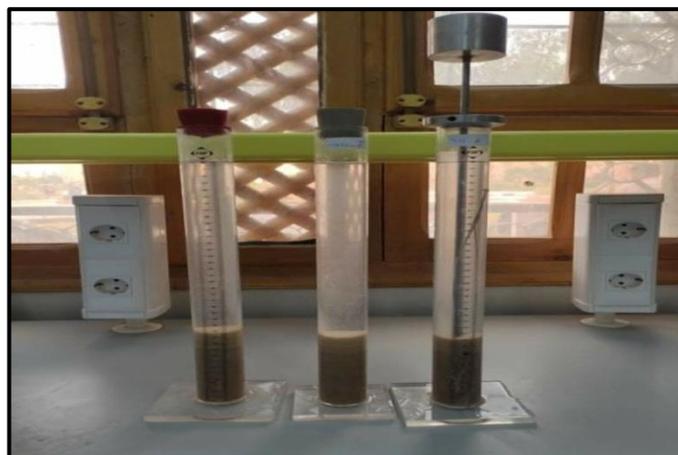
**Hauteur H1** : Sable propre + éléments fins,

**Hauteur H2** : Sable propre seulement.

L'équivalent de sable permettant de déterminer le degré de propreté du sable, est égale à :

$$E_s = (h_1/h_2) \times 100 \%$$

Selon que la hauteur H2 est mesurée visuellement ou à l'aide d'un piston, on détermine ESV (équivalent de sable visuel) ou ESP (équivalent de sable au piston)



**Figure II.5** : Essai équivalente de sable

Tableau II.4 : Résultats équivalent de sable

Essais	1		2		3	
H1	8.3		8.7		8.7	
H'1	8.3		8.5		8.1	
H2	11.7		11.7		11.6	
Equivalent de sable	Esv	Es	Esv	Es	Esv	Es
Résultats %	70.9	70.9	74.35	72.65	75	69.82
Les moyennes %	Esv moy = 73.42			Es moy = 71.12		

Tableau II.5 : Nature et qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable [5].

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 propreté 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.

Tableau II.6 : Les résultats présentés les pourcentages obtenus de l'équivalent de sable [11].

Sable de construction	Piston(%)	71.12	Sable légèrement argileux
	Visuel(%)	73.42	Sable légèrement argileux

c) Analyse granulométrique: (NF P 18 560) [17].

L'analyse granulométrique est l'étude des dimensions des diamètres des grains, leur distribution, de différencier les sols entre eux, (roche, gravier, Argile...etc.).



Figure II.6 : Série des tamis.

### 1) Principe d'Essai : [18]

- L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes.
- Les masses des différents refus et tamisât sont rapportés à la masse initiale du matériau. Les pourcentages ainsi obtenus sont exploités sous forme graphique.

### 2) La courbe granulométrique du sable utilisé :

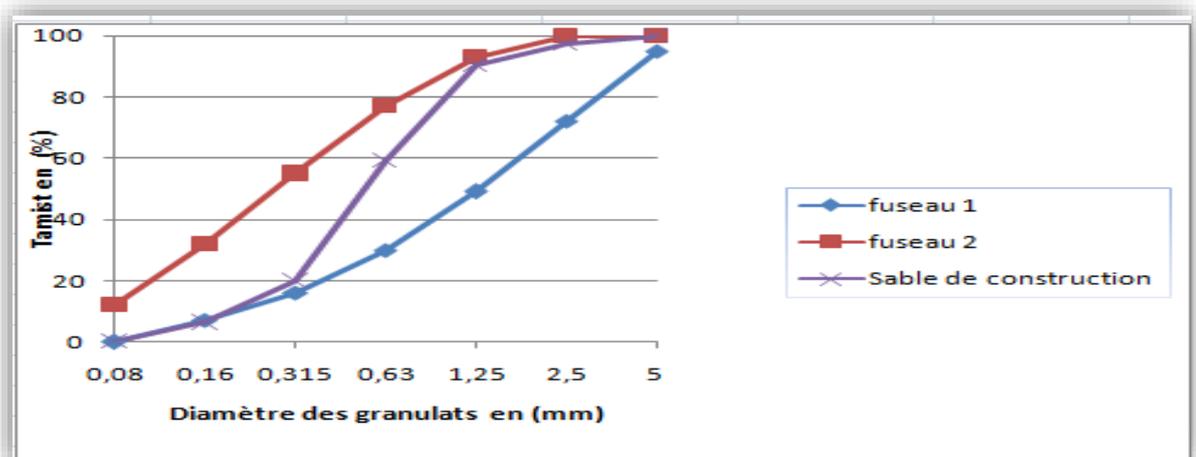


Figure II.7 : Courbe granulométrique

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.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Si  $(d_{60}/d_{10}) < 2$  : Le sol présente une granulométrie uniforme.

Si  $(d_{60}/d_{10}) > 2$  : Le sol présente une granulométrie variée.

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.

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

**Tableau II.7 :** Module de finesse de sable de construction

<b>Module de finesse (Mf)</b>	<b>2.08</b>
<b>Classement de sable</b>	le sable est à majorité de grains fins
<b>Coefficient d'uniformité (Cu)</b>	3.5
<b>Coefficient de courbure (Cc)</b>	1.1

**d) Module De Finesse :**

C'est un coefficient caractérisant la finesse d'un granulat, obtenu en divisant par 100 la somme des pourcentages de refus sur 10 tamis (0,16 - 0,315 - 0,63 - 1,25 - 2,5 - 5).

**Tableau II.8 :** Classement du sable [9]

<b>Quantité de sable</b>	<b>Modèle de finesse</b>
<b>Fin</b>	1.8 - 2.2
<b>Préférentiel</b>	2.2 - 2.8
<b>Un peu grossier</b>	2.8 - 3.3

Le module de finesse est calculé par la relation suivante :

$$Mf = \frac{1}{100} \sum \text{refuse cumulé en \% des tamis (0.16 ; 0.135 ; 0.63 ; 1.25 ; 2.5 ; 5)}$$

$$Mf = 2.08$$

❖ Le type de notre sable est préférentiel

**II.3. Formulation des mortiers renforcés par fibres :**

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 = 0.48). Chaque gâchée pour trois éprouvettes d'essai doit comporter 500g de ciment, 1500g de sable et 240 g d'eau [5].

Après avoir choisi et préparer les matières premières utilisés dans la composition des mortiers de fibres, et après savoir déterminé 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.

#### a) Malaxage de mortier :

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

Dans notre travail nous avons utilisé un malaxeur automatique.



**Figure II.8 :** Malaxeur de mortier

#### b) Essais de maniabilité [19]:

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.

L'appareil utilisé dans l'essai est appelé Maniabilimètre il consiste en un boîtier parallélépipédique métallique (7.5cm x 7.5cm x 15cm), posé sur des supports en caoutchouc, équipe d'un vibreur et muni d'une cloison amovible

Dans cet essai, la consistance est caractérisée par le temps que met le mortier pour s'écouler sous l'effet d'une vibration.



Figure II.9 : La maniabilimètre

1) Conduite de l'essai : [20]

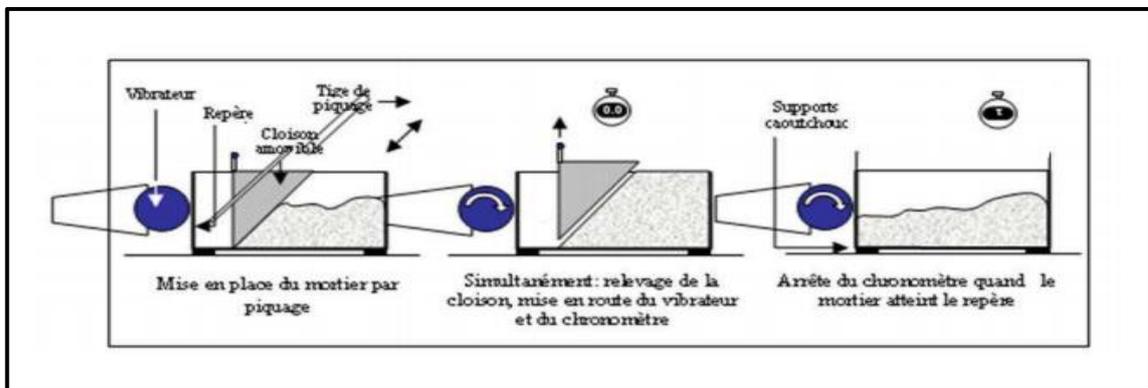


Tableau II.9 : Classe de mortier selon le temps d'écoulement [5]

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

La quantité des fibres utilisées varie 0.125%, 0.25% et 0.5% en masse, et longueur 1.5 et 3 cm, tout en substituant le masse de sable par une même masse de fibres

Tableau II.10 : Composition échantillon

	Sable	Ciment	Eau (g)	Fibres (g)	E/c	Temps (s)
<b>Témoin</b>	1500	500	240	0	0.48	22
<b>L15-0.125%</b>	1497.2	500	230	2.8	0.46	20
<b>L15-0.25%</b>	1494.4	500	245	5.6	0.49	23
<b>L15-0.5%</b>	1488.8	500	250	11.2	0.5	25
<b>L30-0.125%</b>	1497.2	500	250	2.8	0.5	25
<b>L30-0.25%</b>	1494.4	500	265	5.6	0.53	27
<b>L30-0.5%</b>	1488.8	500	270	11.2	0.54	29

## 2) Préparation et remplissage des moules :

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 [21].

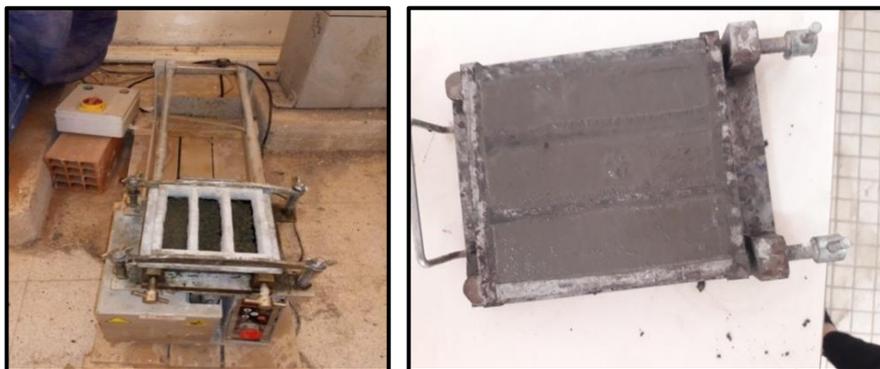


Figure II.10 : Moule utilisé et la table de choc

## c) Marquage :

Les éprouvettes doivent être marquées sans endommagement de façon claire et durable, des enregistrements doivent permettre de garantir l'identification de l'éprouvette depuis le prélèvement jusqu'à l'essai.



**Figure II.11 :** Marquage des éprouvettes

**d) Démoulage des éprouvettes prismatiques : [1]**

Les moules remplis de mortier, marqués et placés jusqu'au moment de démoulage dans une salle humide à la température de  $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  dont l'humidité relative, est d'au moins 90%. Chaque moule est extrait de la salle de conservation à l'heure prévue pour son démoulage. Le démoulage est exécuté après 24 heures de sa mise en moule. Le démoulage doit être effectué avec précaution.



**Figure II.12 :** Démoulage des éprouvettes

**e) Conservation des éprouvettes:**

Les éprouvettes doivent rester dans la moule et être protégées contre les chocs, les vibrations et les dessiccations pendant un minimum de 16h et un maximum de 3jours, à la température de  $20 + 5^{\circ}\text{C}$ . Après démoulage, les éprouvettes doivent être entreposées dans l'eau, à une température de  $20^{\circ}\text{C}$ .



**Figure II.13 :** Conservation des éprouvettes dans l'eau

**II.4. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a étudié les caractéristiques physiques et mécanique de mortier et présenté les différent matériaux utilisé dans la composition des mortiers et les différent formulations utilisées dans la partie expérimentale.

***CHAPITRE III :***

***RESULTAT ET***

***INTERPRETATION***

### III.1. Introduction :

Dans ce chapitre on étudie les caractéristiques physico-mécaniques des éprouvettes après conservation dans l'eau pendant 07 jours et 14 jours et 150 jours et 165 jours pour chaque type d'éprouvette. Les essais de flexion à 3 points sur éprouvettes prismatique  $4 \times 4 \times 16$  cm et des essais de compression sur les moitiés d'éprouvettes pour comparer la résistance entre le mortier fibré et mortier classique.

### III.2. Essai de résistance a la compression : [22]

La machine utilisée est une presse hydraulique figure décrite par la norme EN 196-1. Les demi-prismes de l'éprouvette obtenus après rupture en flexion seront rompus en compression

La résistance à la compression d'un béton est un des paramètres fondamentaux employés pour évaluer la qualité d'un béton. On définit celle-ci comme la contrainte maximale que peut subir une éprouvette de béton avant sa rupture. La résistance en compression est souvent considérée comme la propriété la plus importante du béton pour trois raisons :

- ❖ Elle est généralement un bon indicateur de la qualité du béton, car elle est directement reliée aux propriétés de la pâte de ciment hydratée.
- ❖ Elle est un élément essentiel de la conception structurelle et est généralement requise pour en assurer la conformité.
- ❖ Plusieurs autres propriétés du béton, telles les résistances en tension, en flexion et le module d'élasticité, y sont directement reliées.



**Figure III.1 :** Essai de compression

### **III.3. Essai résistance a la flexion : [20]**

Les essais est mécanique (compression et traction) sont régis par la norme EN196-1. Les essais de résistance à la traction par flexion ont été effectués au laboratoire d'université Kasdi Merbah Ouargla.

Cet essai est exécuté par une machine désignée pour les tests de flexion sur les éprouvettes de mortier 4\*4\*16.



Figure III.2 : Essai de la résistance a la flexion

#### III.4. Résultats de maniabilité et discussion :

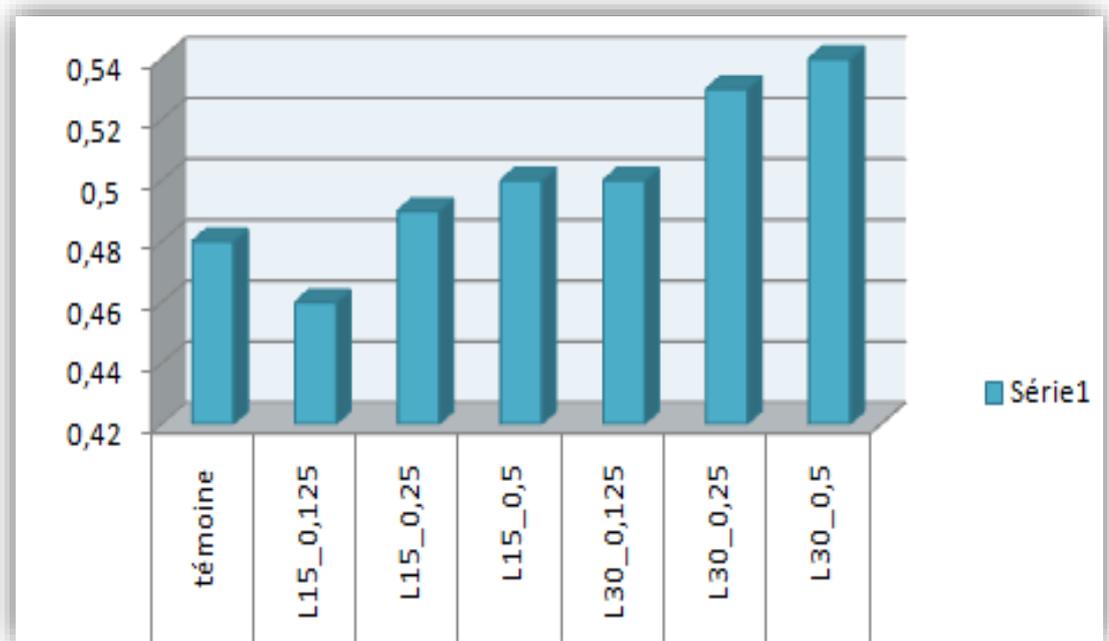
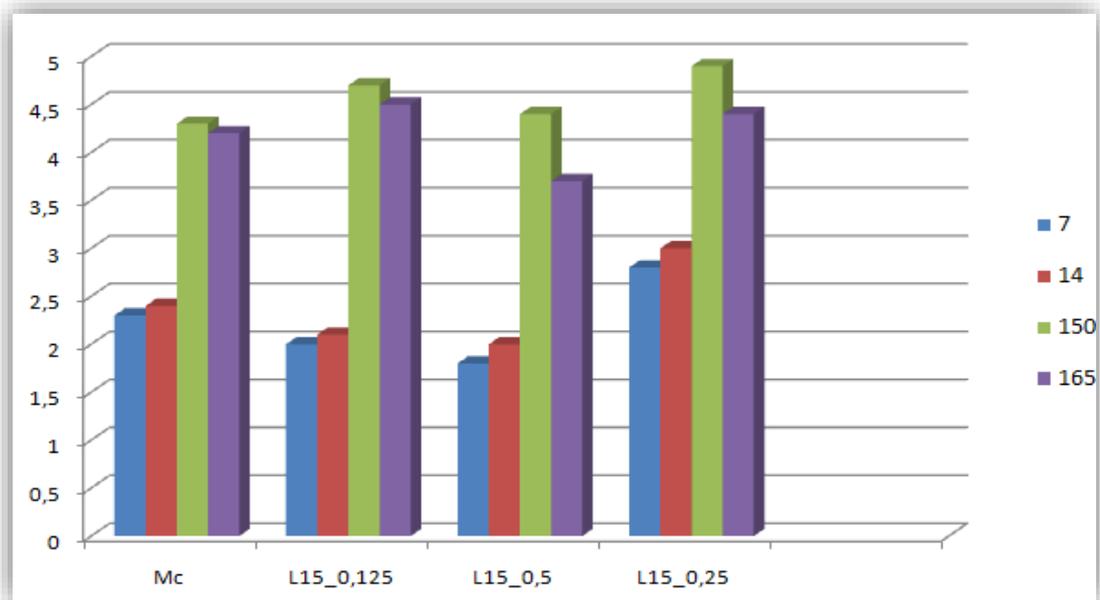


Figure III.3 : Le pourcentage d'eau (E/C) dans le mortier Témoin est inférieur a celui du mortier qui contient 0.125% et 0.25% et 0.5 % de fibres plastiques.

### III.5. Résultat et interprétation de résistance à la flexion :

L'histogramme de la figure (III.4) représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).

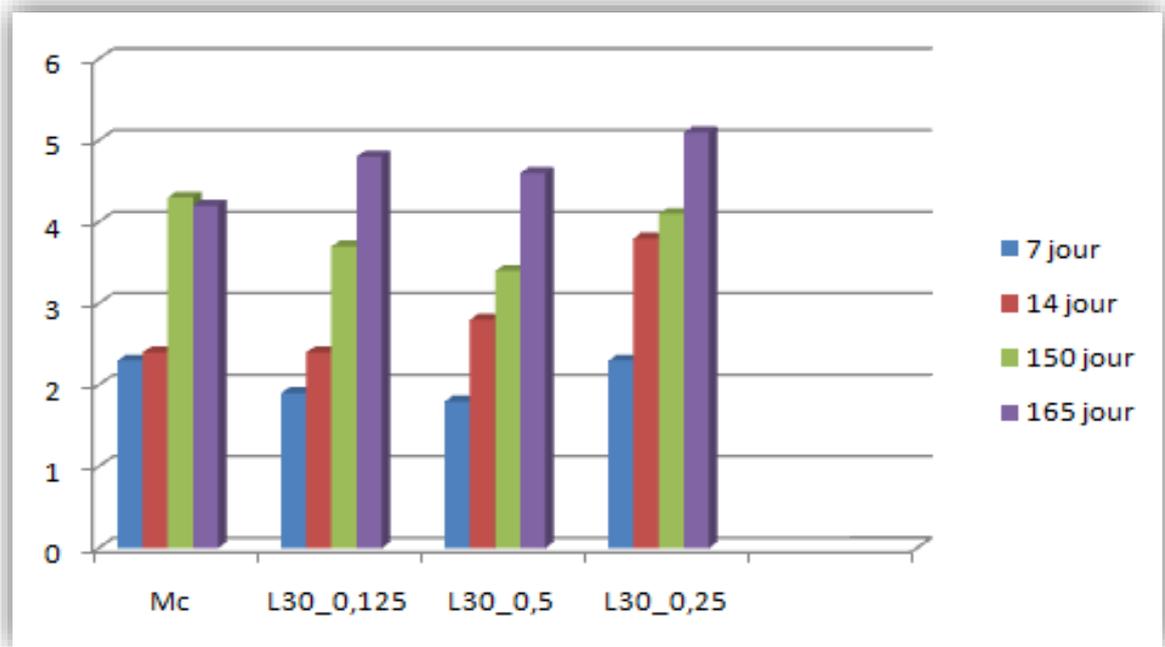


**Figure III.4 :** La variation de la résistance en (KN) à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).

D'après l'histogramme de la figure III.4

- Pour une durée de 7 et 14 jours, la résistance à la flexion pour les éprouvettes de mortier avec fibre plastique de 0.5% et 0.125 % est inférieure au le mortier classique, mais on remarque que la résistance a la flexion au pourcentage 0.25 est élevée par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 150 jours la résistance à la flexion du mortier fibré de tous les pourcentages est augmentée par rapport au mortier témoin.
- Pour une durée de 165 jours la résistance à la flexion du mortier fibré des pourcentages 0.125 % et 0.25 % est augmentée par rapport au mortier témoin, Mais on remarque que le mortier fibré de 0.5 % inférieur au mortier classique.

L'histogramme de la figure (III.5) représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%).

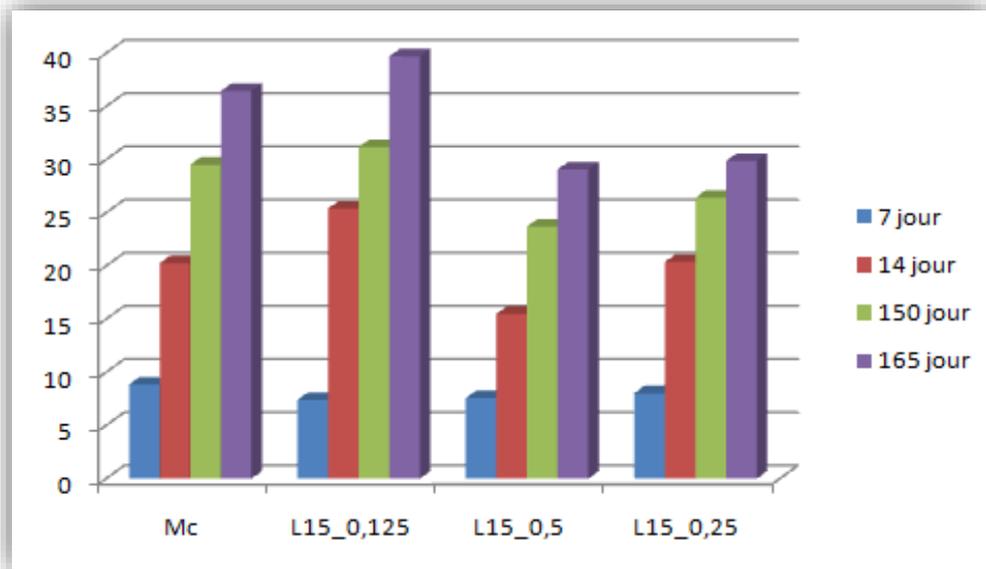


**Figure III.5 :** La variation de la résistance en (kN) à la flexion en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%).

- Pour une durée de 7 jours, la résistance à la flexion pour les éprouvettes de mortier avec fibre plastique de 0.5% et 0.125 % est inférieure au mortier classique, mais on remarque que la résistance à la flexion pour le pourcentage 0.25 est élevée par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 14 jours la résistance à la flexion du mortier fibré de tous les pourcentages est augmentée par rapport au mortier témoin.
- Pour une durée 150 jour, nous enregistrons une chute dans la résistance à la flexion de tous les pourcentages du mortier fibré par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 165 jours la résistance à la flexion de mortier fibré de tous les pourcentages est augmentée par rapport au mortier témoin.

### III.6. Résultat et interprétation de résistance à la compression :

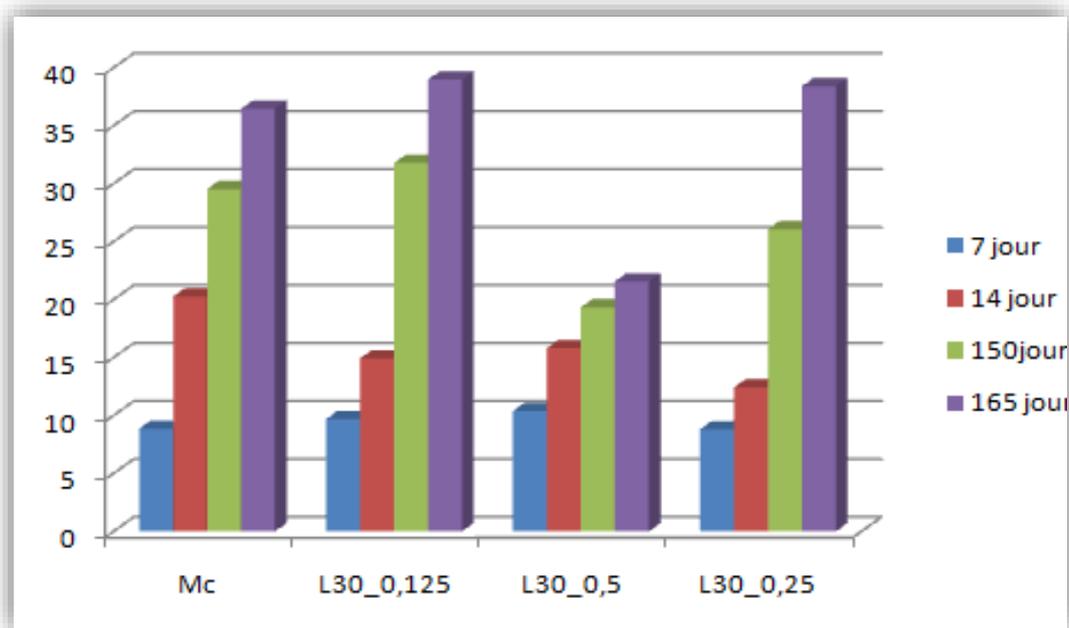
L'histogramme de la figure (III.6) représente la variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).



**Figure III.6 :** La variation de la résistance en (MPa) à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L15-0.125%, L15-0.25%, L15-0.5%).

- Pour toutes les durées (7, 14, 150 et 165 jour) la résistance à la flexion de mortier fibré de tous les pourcentages reste toujours inférieure par rapport au mortier témoin, mais on remarque une augmentation au pourcentage 0.125% dans la durée de 14 jours.

L'histogramme de la figure (III.7) représente la variation de la résistance à la flexion en fonction d'âge pour le mortier avec fibre (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%)



**Figure III.7 :** La variation de la résistance en (MPa) à la compression en fonction d'âge des éprouvettes en différents types du mortier (L30-0.125%, L30-0.25%, L30-0.5%).

- Pour une durée de 7 jours, la résistance à la compression pour les éprouvettes de mortier avec fibre plastique est élevée par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 14 jours nous enregistrons une chute dans la résistance à la compression de tous les pourcentages de mortier fibré par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 150, on remarque que la résistance à la compression élevée au pourcentage de 0.125% est diminuée à 0.5% et 0.25% par rapport au mortier classique.
- Pour une durée de 165 jours, on remarque que la résistance à la compression élevée au pourcentage de 0.125% et 0.25% est diminuée dans 0.5% par rapport au mortier classique.

### **III.7. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a étudié les caractéristiques mécaniques (compression et flexion) des différentes formulations proposées.

D'après les résultats obtenus dans ce chapitre, nous pouvons déduire ce qui suit :

- A la flexion et à la compression la résistance du mortier augmente en fonction de l'âge,
- Les fibres utilisées à une influence positive sur l'amélioration mécanique du mortier.

***CONCLUSION***

***GENERALE***

## Conclusion générale

Le mortier fibrés est utilisable dans le domaine de génie civil, et dans les constructions industrielles mais, ils résistent mal à la traction et à la fissuration pour ce la on ajoute des fibres, qui peuvent apporter une meilleure réponse au problème de la fragilité du mortier et minimiser le risque de fissuration ce qui permettait d'améliorer sa durabilité et sa résistance.

Les objectifs principaux de notre mémoire est étudiée les caractéristiques physico-mécanique de mortier fibré à la fibre industriel (plastique) en deux longueur 1,5cm et 3cm avec différente dosage en masse (0.125%, 0.25% et 0.5%). Cette étude a été réalisé en trois chapitres, le premier chapitre c'est un recherche bibliographique, après le 2ème étudié la caractérisation des matériaux utilisés, et finalement on a analysé et discuter les 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 des fibres plastique est donné des bons résultants par rapport à la composition témoin, essentiellement la composition (L3-0.25%) contenant de 0.25% de fibre plastique amélioré la résistance mécanique.
- Nous avon conclu aussi que le meilleur pourcentage qui donne des résultats probants c'est 0.5 % des fibres.
- Les fibres utilisées à un effet positif sur l'amélioration des propriétés mécaniques du mortier.

***RÉFÉRENCE***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***

## Référence bibliographique :

- [1] **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.
- [2] **Ben Boudjemaa, Djerroud, Mousaoui.** Influence des fibres métalliques (issues de l'unité BCR) sur le comportement mécanique et physico-chimique des mortiers. Université Bejaia.2013.
- [3] **ASB.** Association du béton Québec. Guide de bonnes pratiques pour l'utilisation des fibres dans le béton, Bibliothèque nationale du Québec, Québec, 2005.
- [4] **KETTAB.M2007.**
- [5] **Goubi.fetni,** Contribution à l'étude des caractéristiques mécaniques des mortiers renforcées par les fibres de polypropylène (issues des déchets industriels), Université Kasdi Merbah d'Ouargla.
- [6] **M.yagoub.** Université biskra2009 (cours).
- [7] **Gurmitii, Laid .**Contribution a l'amélioration de ceraines caractéristiques du béton de structure a base de sable de dune corrigé et renforcé par des fibres métallique, Université Kasdi Merbah d'Ouargla, 2013.
- [8] **LAFARGE,** Le béton et la démarche HQE.
- [9] **www.Travauxbeton.Fr**
- [10] **www.infociments.fr/béton/bétons.fibres**
- [11] **www.lafargealgerie.com**
- [12] **www.wikipedia.com**
- [13] **MOKHTARIA, 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.
- [14] **www.fr.scribd.com**
- [15] **Norme française,** « Équivalent de sable », NF P 18-598, Octobre 1991.

[16] **Ayachi.A**, 2011.Etude des propriétés mécaniques du béton de sable de dunex. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.

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

[18] **Makhlouf, Chergui.N**, Caractisation en statique du comportement en traction directe du béton arme de fibres en copeaux. Université Tizi-Ouzou.

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

[20] **Ahmed. Ou,Mohamed.A**. Etude des caractéristiques Mécaniques du béton de sable de dunes sous l'effet d'adjuvant. Université Kasdi Merbah d'Ouargla. 2012-2013.

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

[22] **Lionel Muraz** .valorisation de scories cristalliens dans le béton de ciment. Université de SHERBROOKE. 2015.

[23] **Boulmokhtar, Zeraig**. Effet du mode d'introduction de la nanou-silice sur les propriétés rhéologique et physicomécanique des pates cimentaires et mortiers de ciment, université Boumerdas 2016-2017.

[24] **Nassah Dalila**. Influence de la quantité de fibres naturelles (alfa) et commerciales (polypropylène) sur les propriétés physicomécaniques des mortiers fibrés. UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA –BOUMERDES.

[25] **www.fapri ferro.com**

### **Logiciels :**

[26] Microsoft Word 2007.

[27] Microsoft Excel 2007.