

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université KASDI Merbah de  
Ouargla**



**Faculté des Sciences Appliquées**

**Département d'Hydraulique et de Génie Civil**

## **Mémoire**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité: Génie Civil

Option : E.C.B.R

## **Thème**

***Influence des fibres hybrides sur  
les caractéristiques de béton de sable de dunes***

Présenté par :

- OUSSAMA SAOULI
- OUSSAMA HAMDI

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

ELABADI M<sup>ed</sup> Salem

M.A « A » Université d'Ouargla

Président

MOKHTARI .A.

M.C « B » Université d'Ouargla

Examineur

MEZIANI Nedjma

M.A « A » Université d'Ouargla

Promoteur

BELFERRAG Allaoua

M.C « B » Université d'Ouargla

Co-Promoteur

Année Universitaire : 2018/2019

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

- ❁ A mes très chères parents qui m'ont soutenue moralement et financièrement et de tendresse qu'Allah me les garde durant toute ma vie.
- ❁ A mes très chers : **Radja** .
- ❁ A mon frère : **Atef et, Houdaifa** .
  
- ❁ Les petit de ma famille: "**Roudaina, Anoir, Takoua, Aistabrak**"
- ❁ A mon frère et mon binôme **Saouli oussama** et sa espectueuse famille.
  
- ❁ A mes amies intimes : **Nisso, Fres, oussama, walid, Imad, ishak, Abd allbari, Hamid et Rabie**.
- ❁ A toute les familles : **Hamdi et Hammi** .
- ❁ Toutes les autres qui je n'ai pas cité nommément et qui se reconnaître dans ma dédicace.

A tous ma promotion de Génie Civil 2018/2019.

إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر  
والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى فالقلب سكناهم  
والذكرى ذكراهم، والقلب لن ينساهم.

□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□

□□□□□□□□□□

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

- ✿ A mes très chères parents qui m'ont soutenue moralement et financièrement et de tendresse qu'**Allah** me les garde durant toute ma vie.
- ✿ A mes très chers sours
- ✿ A mon frère.
- ✿ A mon frère et mon binôme **hamdi oussama** et sa espectueuse famille.
- ✿ A mes amies intimes : **sinka,omar,ala,Nisso, Fres,oussama, walid, Imad, ishak, Abd allbari, Hamid et Rabie.**
- ✿ A toute les familles : **saouli** .
- ✿ Toutes les autres qui je n'ai pas cité nommément et qui se reconnaître dans ma dédicace.

A tous ma promotion de Génie Civil 2018/2019.

إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر

والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلى فالقلب سكناهم والذكرى

ذكراهم، والقلب لن ينساهم.

□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□

## Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous souhaitons remercier M<sup>me</sup> MEZIANI Nedjma et Mr. BELFERRAG Allaoua qui ont encadré cette thèse. Ils nous ont soutenue tout au long de ce travail, leurs disponibilité et toutes nos discussions ont été fructueuses pour l'avancée de cette thèse et mener à bien ce travail de recherche, nous les remercions également pour les nombreuses heures passées à la lecture et aux corrections du manuscrit.

Nous remercions tous les membres du jury d'avoir accepté d'être les rapporteurs de notre thèse.

Nos remerciements vont aussi à tous les membres du laboratoire, techniciens, secrétaires qui ont participé indirectement ou directement au bon déroulement de ces travaux de recherche et à leur finalité.

Nous remercions aussi tous nos amis pour leurs aides, leurs patiences, leurs compréhensions et leurs encouragements.

Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

# Sommaire

Titre	page
sommaire	I
Liste de figures	II
Liste de photos	IV
Liste des tableaux	V
<b>Introduction générale</b>	
<b>Chapitre I : Etude bibliographique</b>	
I.1. Introduction	3
I.2. Historique de béton de sable	3
I.3. Composition et formulation des bétons de sable	4
I.4. Les béton de fibres	6
I.5. Le rôle des fibres	9
I.6. Historique de fibres hybride	11
I.7. Conclusion	12
<b>Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés</b>	
II.1. Introduction	13
II.2. Caractéristique des matériaux	13
II.3. Analyse granulométrique	17
II.4. Module de finesse	21
II.5. Ciment	22
II.6. Eau de gâchage	23
II.7. Les fibres	23
II.8. Formulation et préparation d'un béton de sable	25
II.9. Conclusion	29
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b>	
III.1. Introduction	30
III.2. Résistances mécaniques	30
III.3. Résultats de résistance mécanique	33
Conclusion	52
Références	55
.Annexe	

## Liste de figurées

<b>Chapitre I : Etude bibliographique</b>	
Fig. I.1- Les fibres métalliques, (formes et dimensions variables)	8
Fig. I-2 – Fibres de polypropylènes	9
Fig. I-4 – Illustration de l’apport du renfort par des fibres	10
<b>Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés</b>	
Fig. II-1 – Essai d'équivalent de sable	17
Fig. II-2 – Courbe granulométrique (100% sable de dunes)	19
Fig. II-3 – Courbe granulométrique (100% sable alluvionnaire)	20
Fig. II-4 – Résultats d'analyse granulométrique de 50% SD+ 50 SA	20
Fig. II-5 – Courbe granulométrique (60% SA+ 40% SD)	21
Fig. II-6 – Principe de fonctionnement du manibilmètre	26
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b>	
Figure III.1: Dispositif pour l’essai de résistance à la flexion (3 points)	30
Figure III.2 : Dispositif de rupture en compression	32
Figure III.3.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions sans fibres B1, B2, B3 et B4	33
Figure III.4.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	34
Figure III.5.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	34
Figure III.6.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	35
Figure III.7.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	35
Figure III.8.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	36
Figure III.9.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	36
Figure III.10.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour le composition avec fibres B1	36
Figure III.11.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour le composition avec fibres B2	38

Figure III.12.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour le composition B3 avec fibres	38
Figure III.13.Variation de la résistance à la flexion du en fonction d'âge pour les composition B4 avec fibres	39
Figure III.14.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les positions sans fibres B1, B2, B3 et B4	40
Figure III.15 .Variation de la compression du en fonction d'âge pour les Positions avec fibres B1, B2, B3 et B4	41
Figure III.16.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	41
Figure III.17.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	42
Figure III.18.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	42
Figure III.19.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	43
Figure III.20.Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions avec fibres B1, B2, B3 et B4	43
Figure III.21.Variation de la compression du en fonction d'âge pour le composition B1 avec fibres	44
Figure III.22.Variation de la compression du en fonction d'âge pour le composition avec fibres B1	44
Figure III.23.Variation de la compression du en fonction d'âge pour le composition B3 avec fibres	45
Figure III.24.Variation de la compression du en fonction d'âge pour le composition B4 avec fibres	45

# Liste de photos

<b>Chapitre I : Etude bibliographique</b>	
Photo .I.1: Métro de Saint-Petersbourg	3
<b>Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés</b>	
Photo. II.1.:Essai de masse volumique absolu	14
Photo. II.2 Essai de Masse volumique apparente	15
Photo. II.3.Essai équivalent de sable	16
Photo.II.4.Essai d'analyse granulométrique	18
Photo II.5 : La géométrie de fibres métalliques utilisées	23
Photo II.6 : La géométrie de fibres polypropylène utilisé	24
Photo. II.7. Appareil maniabilimètre	26
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b>	
Photos .III.1: Essai de résistance à la flexion (3 points)	31
Photo .III.2: Essai de résistance à la compression	32

## Liste des tableaux

<b>Chapitre I : Etude bibliographique</b>	
Tableau I.1: Application des divers renforcements de fibres dans les produits à base de ciment	7
<b>Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés</b>	
Tableau II.1: Résultat de la Masse volumique absolu	14
Tableau II.2: Résultat de la Masse volumique apparente	15
Tableau. II.3: Pourcentage d'équivalent de sable	17
<i>Tableau II.4 : Module et dimensions nominales des tamis.</i>	18
Tableau II.5 : Résultats d'analyse granulométrique du sable de dune (100% SD)	12
Tableau II.6: résultats d'analyse granulométrique de 100% du sable alluvionnaire (SA)	22
Tableau II.7: Résultats d'analyse granulométrique de 50% (SA) +50% SD	22
Tableau II.8: Résultats d'analyse granulométrique de 60% SA +40% SD	24
Tableau II.9: Module de finesse de différents échantillons	24
Tableau II.10:L'analyse chimique du ciment (ANNEXE A)	27
Tableau II.11: Caractéristiques physiques et mécaniques de ciment utilisé	27
Tableau II .12: Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres	27
Tableau II.13: Caractéristiques des fibres de polypropylène	28
Tableau II.14: Classe de consistance selon la durée d'écoulement	28
Tableau II.15: Les résultats de maniabilité	28
Tableau II.16: Composition du B <sub>1</sub> pour Le premier échantillon (100% SD)	30



# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les sites archéologiques découverts dans de nombreux endroits à travers la planète témoignent de la maîtrise de l'homme des techniques de construction à base de la terre crue depuis les premières civilisations. Aujourd'hui on estime que l'habitat d'un tiers de l'humanité est encore en terre malgré le développement technologique qu'a connu l'humanité ces derniers siècles et qui a permis à l'homme moderne de disposer d'une grande variété de matériaux de construction jamais connus auparavant, nous enregistrons aujourd'hui à un retour croissant à la construction en terre crue dans plusieurs pays y compris les pays industrialisés profitant, du développement des techniques de production très variées, soutenues par des recherches scientifiques, il est connu que le béton possède une bonne résistance à la compression cependant, il possède une résistance à la traction faible, c'est pour cette raison que l'ajout de fibres pour l'amélioration de la résistance à la traction est inévitable. Le choix des fibres métalliques a été fondé sur les bonnes caractéristiques mécaniques de ces dernières le grand Sahara Algérien représente 60% du territoire algérien, il est très riche en sable de dunes, pour cela on va valoriser ce sable pour confectionner notre béton et pour but d'économiser l'importation de sable alluvionnaire dans notre région, nous avons proposé à une correction de sable de dunes par un sable alluvionnaire suivant les pourcentages de 50% et 60% pour améliorer sa granulométrie .

Il est évident que le béton présente un handicap par sa fragilité et sa faible résistance à la traction, c'est pourquoi on lui associe des barres d'aciers dans le but de reprendre les efforts de traction permettant alors de réaliser des éléments fléchis, toute fois il reste relativement fragile, de ce fait, les constructeurs de par le monde, devront se faire de cette situation en cherchant à atténuer ses imperfections, ainsi plusieurs recherches sont actuellement en cours, afin d'y remédier à ces faiblesses.

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.

Aujourd'hui, le renforcement du mortier ou du béton par des fibres constitue une voie nouvelle, dans le domaine des matériaux composites dont les applications sont très variées, le béton de fibres, présente de bonnes performances à la flexion, aux sollicitations dynamiques, réduit le retrait et s'oppose bien à l'apparition des fissures en les limitant au maximum.

L'emploi d'un tel béton nécessite une recherche rigoureuse de l'influence des paramètres tels que, la nature et le dosage en fibres, les fibres de polypropylène améliorant la cohésion du béton frais et limitent la propagation de fissures due au retrait plastique, par contre les fibres métalliques apportent un caractère ductile, améliorent le comportement post fissuration et la capacité portante résiduelle post fissuration, en plus de l'augmentation des performances du béton, elles peuvent aussi être utilisées pour la réparation des structures, les bétons renforcés de fibres métalliques présentent un comportement écrouissant et adoucissant remarquables en traction.

D'après quelques recherches [Dardare. J, 1975] ont trouvé que l'incorporation de fibres de polypropylène dans le béton apporte une légère amélioration lorsque le pourcentage de fibres est faible et une diminution pour des pourcentages plus élevés, à cause de ces résultats nous proposons l'ajout des fibres hybrides (polypropylène + métallique) pour étudier l'effet de ce type de fibres sur le béton de sable de dunes.

Cette présente étude comprend trois principaux chapitres.

Le premier chapitre est une présentation des différents types de sable, des fibres, leurs caractéristiques mécaniques et mécanisme du renforcement, ainsi que les propriétés mécaniques du béton de fibres.

Nous avons abordé dans le deuxième chapitre la caractérisation des matériaux utilisés et les procédures d'essai effectué sur les bétons préparés.

Le dernier chapitre présente les résultats et la discussion sur l'ensemble des résultats et obtenus consacré à l'analyse.

En fin l'étude se termine par une conclusion générale.



# **CHAPITRE I : Recherche Bibliographique**

## I.1. Introduction:

La valorisation des matériaux locaux est devenue, actuellement, une solution nécessaire aux problèmes économiques des pays en voie de développement : La modification des ressources locales en matière de matériaux de construction peut solutionner au moins en partie le problème de la demande croissante en matière d'habitat. C'est dans ce contexte que s'ouvre la réflexion sur la formulation d'un nouveau béton de sable en utilisant des ressources abondantes et présentant des caractéristiques soit comparables aux bétons usuels, soit répondant à des exigences mal d'une part de plusieurs régions, soit dans le nord et surtout dans le sud, très riche en sables de différentes dimensions. [Fatma Zohra. M & Djamel. A,2015]

Le béton est constitué de composants de caractéristiques morphologie, mécaniques et physico-chimiques très divers : ciment, granulats, eau et le plus souvent d'adjuvants et d'ajout. Chacun de ces constituants joue un rôle différent dans le comportement des matériaux, notamment à l'état frais.

Le béton de fibres métalliques, bien connu de nos jours, Si l'incorporation des fibres métalliques dans la matrice de béton, très fragile en traction, améliore le comportement mécanique du béton de fibres (notamment en traction par flexion, en post-fissuration), à l'inverse, à l'état frais, un ajout important de fibres diminue l'ouvrabilité de ce matériau. [Boulati.A,2018]

## I.2. Historique du béton de sable

Le béton de sable est une technique connue de très longtemps en Union Soviétique, l'actuelle Communauté des Etats Indépendants (C.E.I). Il semble que cette technique soit parvenue dans ce pays par le biais de la Belgique et l'Allemagne.

Plusieurs ouvrages sont construits par ce matériau dont on peut citer :

- Métro de Saint-Petersbourg photo (I.1) [Khady NDIAYE, 1993]



Photo (I.1) Métro de Saint-Petersbourg

En 1918, le Comte Nicolas de Rochefort publie à Petrograd actuelle Leningrad, aux éditions Rickler, un ouvrage de génie civil où il décrit la technique du béton de sable; il donne des détails d'une surprenante fraîcheur technique; il signale dans son ouvrage que, si l'on broie en même temps du clinker et du sable dans un rapport de un pour un, on obtient un produit qui, mélangé au sable naturel dans un rapport de un pour trois, conduit aux mêmes résistances qu'un mélange 1/3 de clinker broyé seul et de sable, c'est-à-dire que l'on double les performances du ciment. Le Comte de Rochefort a poussé l'expérience sur les compositions de broyage clinker/sable encore plus faible; 1/8 pour obtenir des résistances étonnantes. Quelques décennies plus tard, le béton de sable apparaît en France grâce au professeur académicien REBINDER, Il avait lu l'ouvrage du Comte de Rochefort et repris ces idées dans ses propres recherches.

En 1971, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C) est contacté pour la première fois par des études sur cette technique

En Algérie en 1997, Une étude est faite par M.BENMALEK.ML sur le béton de sable dune, cette étude a montré qu'en exploitant les caractéristiques physico-chimiques, ce type de sable pourrait bien constituer le squelette d'un béton pour peu que sa formulation soit judicieusement étudiée.

[ AYACHI, Amor Mohamed, 2011].

### **I.3. Composition et formulation des bétons de sable :**

#### **I.3.1. Définition :**

Le béton de sable se distingue des mortiers par son dosage en liant moindre, sa résistance plus élevée et sa destination essentiellement destiné aux usages traditionnels du béton; Il se particularise d'un béton ordinaire par son dosage en sable(s) élevé, par l'absence ou le faible dosage en gros granulats (G/S soit inférieur à l'unité peut être nécessaire), et l'incorporation d'ajout, ce type de béton concorde au béton ordinaire par son dosage en liant et sa résistance similaire et parce qu'il peut être utilisé pour la réalisation des éléments de résistance pour bâtiments et chaussées.

Donc on peut dire que c'est un matériau répondant aux critères d'un béton traditionnel en termes de performances, de durabilité et de comportement.

Les composants rentrant dans la composition d'un béton de sable sont ceux du béton traditionnel, sont l'eau, le ciment et les sables plus les additifs qui peuvent être rajoutés pour modifier les propriétés telles que la résistance. [CIM Béton, (1995)].

**I.3.2. Le 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 maximal est inférieur à 6,3mm et dont le passant à 80microns n'excède pas 30%, les sables peuvent être classés selon leurs provenances comme sable de rivière, sable de mer, sable de carrière, sable artificiel et sable de dune. [ALIA.A, BAKHMED.A, 2017].

**I.3.3. Les ciments :**

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire une matière inorganique finement moulue qui , gâchée avec de l'eau; Les ciments sont donc des liants hydraulique formés de constituants anhydres cristallisés ou vitreux renfermant pour l'essentiel de la silice (SiO<sub>2</sub>), de la chaux (CaO) ainsi que l'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>),en se combinant avec l'eau, ces constituants forment des silicates et des aluminates de calcium hydratés solides et stables.[Ayachi .A, 2010].

**I.3.4. L'eau :**

Les bétons de sable nécessitent une qualité d'eau de mélange importante à cause de présence de la proportion élevée en éléments fins qui génèrent une surface spécifique importante. Le rapport eau/ciment (E/C) est supérieur à celui des traditionnels et pour le réduire on a recours à des adjuvants. En général, le rapport E/C est compris entre 0,6 et 0,7 [ELALOUANI.M et al., 2011].

**I.3.5. Les adjuvants:**

Comme pour les autres bétons, les bétons de sable utilisent les adjuvants sous diversiformes: plastifiants, super-plastifiants, etc. les adjuvants confèrent physiquement et économiquement aux bétons des avantages considérables entre autre l'amélioration de la maniabilité, l'utilisation du béton dans les conditions difficiles, ils permettent aussi l'utilisation d'autres types de matériaux dans le béton. [Ayachi .A, 2010].

**I.3.6.Les ajouts :**

Les bétons de sable constitués uniquement de sable et de ciment ont généralement des résistances inférieures à celle des bétons classiques; pour relever cette insuffisance. On

effectue des ajouts (généralement des fines). Ceux-ci sont destinés à augmenter la compacité et par là même obtenir la résistance optimale. On utilise en particulier. [Ayachi .A, 2010].

**a) les fillers :**

On trouve les fillers ou fines sous diverses formes minérales, artificielles ou naturelles. Ils sont destinés pour le remplissage des vides des sables, dans le but d'augmenter la compacité par création d'une étendue granulaire continue. Ce qui est favorable sur le plan technique par l'augmentation de la résistance à la traction et économique par la diminution des dosages en ciment.

**b) les fibres:**

Les fibres (polypropylène, acier, fonte amorphe...) : Elles peuvent constituer un renfort de structure, en particulier au jeune âge du béton. Leur rôle dépend de leur nature, leur dosage et leur longueur. Elles influent sur la vitesse et l'importance du retrait libre mais elles confortent notamment la tenue du matériau. [Amadou. G, 1996]

#### **I.4. Les bétons de fibres :**

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, 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 bétons fibrés font l'objet de méthodes spécifiques de dimensionnement pour des applications structurelles (dalles, dallages industriels, voussoirs, pieux, etc.).

On distingue trois grandes familles de fibres.

- Les fibres organiques :(Polypropylène, polyamide, acrylique,...)
- Les fibres minérales : (verre, wollastonite , basalte, mica...)
- Les fibres métalliques :(acier, déchets, inox, fonte...)
- Les fibres végétale : (feuilles ; tiges ; bois ; surface)
- Les fibres animal : (poil ; laine ; soie...)

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 la traction).

Les fibres métalliques présentent une très bonne compatibilité avec le béton, certaines fibres sont inoxydables ou traitées contre la corrosion, en vue de certains usages particuliers. [ ALIA.A, BAKHMED.A, 2017]

#### I.4.1. Les types des fibres et domaine d'Application:[ KRIKER. A,2005]

Tableau.I.1: Application des divers renforcements de fibres dans les produits à base de ciment

Type de fibres	Application
<b>Verre</b>	Panneaux préfabriqués, murs, rideaux, tuyaux d'égout, toiture en Voile Mince, enduit
<b>Acier</b>	Elément de toitures en béton cellulaire, linteau, revêtement de chaussée, tabliers de pont, produit réfractaire, tuyaux en béton, piste d'atterrissage, réservoirs sous pression, travaux de restauration bâtiments.
<b>Polypropylène nylon</b>	Pieux de fondation, pieux précontraints, panneaux de revêtement, élément flottant de débarquement et amarres pour les marinas, réparation des routes, tuyau sous marin, travaux de restauration bâtiments.
<b>Amiante</b>	Voiles, tuyau, panneaux matériaux d'isolation thermique, tuyaux d'égouts plaques de toitures plates et ondulées, revêtement des murs.
<b>Carbone</b>	Elément ondulé pour la construction des planchers, membrane simple ou double courbure, coques, plancher d'échafaudage.
<b>Particules de mica</b>	Panneaux, tuyaux, travaux de restauration
<b>Végétale.</b>	Dalles, tuiles

#### I.4.2. Les fibres métalliques [BELFERRAG.A,2006]

Les fibres métalliques caractérisées par un module d'élasticité élevé, par conséquent, offre au béton une meilleure résistance à la traction, au choc et améliore sa ductilité en augmentant son pouvoir de résister aux déformations dues à la rupture, de même donne une ténacité appréciable, leurs formes et leurs dimensions améliorent leur ancrage et leur adhérence (fibres, copeaux, fibres, refilées, ondulées, déformées aux extrémités, en tête de clou).

La fibre métallique est parmi les fibres les plus commercialisées vendues, et bien sûr disponibles sous des formes et dimensions les plus variées(fig. I .1). Ces fibres présentent un module d'élasticité de 210GPa, une masse volumique de 7.85t/m<sup>3</sup> et une résistance à la

traction de 1 à 2GPa. Elles existent sous diverses formes et longueurs. L'élanement est souvent compris entre 30 et 150 pour une longueur allant de 6.4 à 76 mm. Le pourcentage volumique de fibres métalliques dans le béton varie de 0.3 à 3%. L'optimisation du pourcentage de fibres, de la longueur et de la forme a donné lieu à de nombreuses études.

#### I.4.3. Différentes formes géométriques de fibres métalliques. [Haddadou. N 2015 ]

Pour des usages particuliers, certaines fibres utilisées sont inoxydables ou traitée contre la corrosion. Leur principal avantage est une amélioration de la résistance à la traction et à la flexion, une augmentation de la ductilité donc une bonne tenue aux chocs ainsi qu'à l'usure.

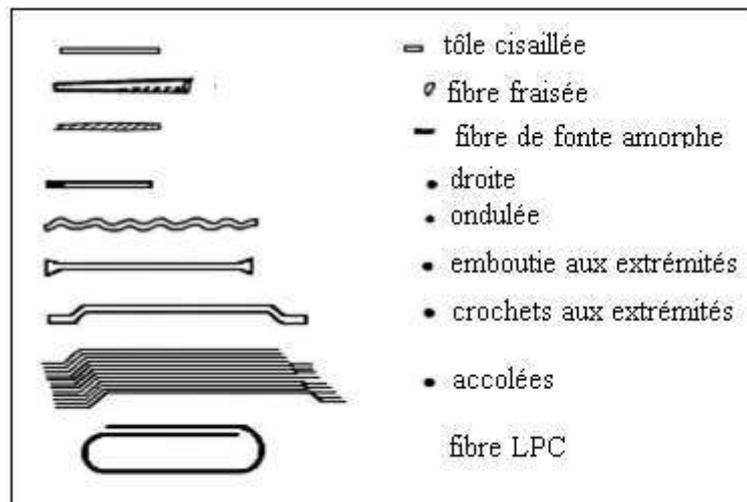


Fig. I.1- Les fibres métalliques, (formes et dimensions variables)

#### I.4.3. Les fibres de polypropylènes.

De ces avantages découlent les principaux domaines d'utilisation : en particulier le dallage industriels les ouvrages coulés en place tels que les pieux, piste d'aéroport, revêtement de tunnel soutènement; ces deux dernières applications font appel à la technique des bétons projetés, les voussoirs de tunnel préfabriqués sur site, les produits en béton manufacturé tels que pannes, panneaux de façade, pré cadre de baies.

La recherche de l'adhérence et d'une bonne compatibilité avec le béton a donné naissance à une grande variété de fibres métalliques susceptibles, par leurs formes ou leurs états de surfaces de mieux s'ancrer dans le béton.

Les fibres de polypropylène sont fabriquées depuis 1954 par l'industrie textile, l'ajout de fibres au mortier ou au béton remonte industriellement à 1960 et ce n'est qu'à partir de 1967 qu'apparaissent des réalisations intéressantes notamment en Grande Bretagne (Panneaux de

façade de 33 mm d'épaisseur du Londonderry House à Park-Lane à Londres), les premiers fils étaient de section circulaire et lisse.

Les polypropylènes, sont des produits d'origine pétrolière, découverts en 1954, ce matériau de synthèse a connu une extension croissante dans l'industrie de textile où ils apportent les avantages suivants :

- Disponibilité à prix relativement faible ;
- Résistance aux attaques en milieux alcalins et corrosifs ;
- Augmentation notable de la résistance aux chocs ;
- Limite l'ouverture des fissures.

Ces fibres sont fréquemment utilisées dans le bâtiment, en particulier dans réalisation des panneaux décoratifs, revêtement de façades, de tuyaux et pieux



Fig. I-2 – Fibres de polypropylènes

### I.5. Le rôle des fibres.

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 a été constaté que le rôle principal des fibres dans un matériau cimentaire peut-être apprécié sous deux volets :

- Le contrôle de la propagation d'une fissure dans un matériau en état de service en réduisant l'ouverture des fissures (fig. I-4-a)

- La transformation du comportement fragile d'un matériau en un comportement ductile qui accroît la sécurité lors des états de chargement ultimes (fig.I-4-b).

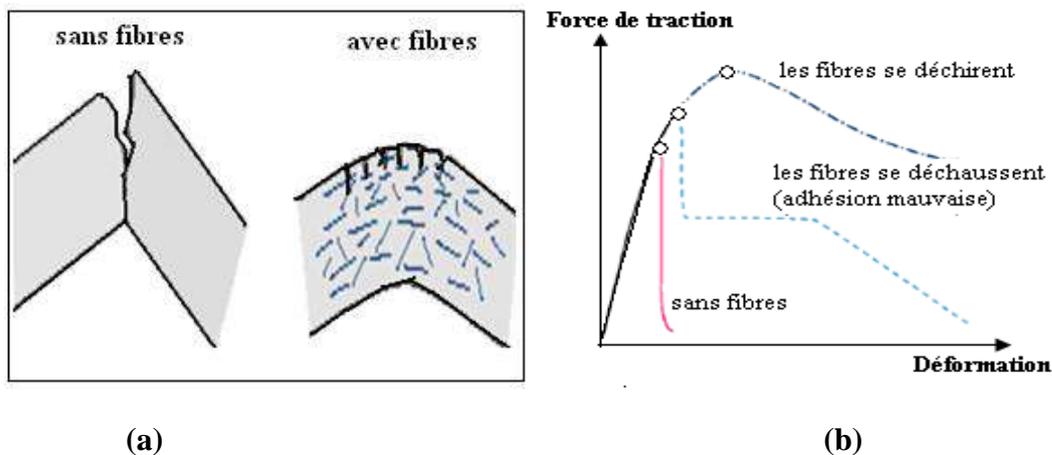


Fig. I-4 – Illustration de l'apport du renfort par des fibres [Haddadou. N, 2015 ]

Pour bien comprendre le rôle joué par les fibres, il faut préciser que le terme « fibre » est ici réservé à des matériaux d'une longueur d'environ 60 mm (fibres courtes), par opposition aux armatures du béton armé (barres, rubans, treillis soudés).

Les fibres ont généralement pour rôle de renforcer l'action des armatures traditionnelles en s'opposant à la propagation des microfissures. Selon les caractéristiques présentées par les fibres, la rupture du béton évolue plus ou moins d'un comportement fragile vers un mode de type ductile. [Haddadou. N 2015 ].

Selon les fibres utilisées et les ouvrages auxquels elles sont incorporées, ce rôle se traduit par des améliorations relatives a :

- La cohésion du béton frais ;
- La déformabilité avant rupture (rupture ductile) ;
- La résistance aux chocs ;
- La résistance à la fatigue ;
- La résistance à l'usure ;
- La résistance mécanique du béton aux jeunes âges ;
- La réduction des conséquences du retrait par effet de couture des fissures et microfissures.

Grâce à leurs propriétés, les fibres permettent de mieux mobiliser la résistance intrinsèque du béton avec comme conséquence une réduction des sections, de réaliser des pièces minces de grandes dimensions et de donner une plus grande liberté architectural.

**I.7. Historique des fibres hybrides :**

Très peu d'études sur l'influence du mélange de fibres dans le comportement des bétons ont été menées jusqu'à présent, parmi ces études on peut citer:

En 2004, chen B et liw J. ont présenté une étude sur l'utilisation des hybrides dans le béton à haute température avec des pourcentages, cette étude a montré que l'utilisation de ces fibres donne une diminution de la résistance en compression du béton fibré à cause à sa mauvaise compacité due a une perturbation au niveau des liaisons matricielle.

Pliya en 2012, étudie l'influence de cocktail des fibres polypropylènes et fibre métallique sur les éprouvettes 10\*10\*40 en béton soumis à haute température, il remarque que l'impact de la proportion de fibres de polypropylène moins signification dans le cocktail de fibres.

En 2015, une étude est faite par Saloua melais et al. sur l'influence du dosage du mélange de deux types de fibres (polypropylènes + métalliques) sur les propriétés de béton de sable à l'état frais et ses caractéristiques physico-mécanique, cette étude a montré que les fibres donnent une augmentation de la résistance à la traction à la traction de 20% par rapport à celle du béton de référence.

**I.8.Conclusion**

Nous avons présenté dans cette étude bibliographique l'intérêt de sable de dune dans la formulation de béton. Malgré l'insuffisance des résultats de différentes recherches, nous pouvons dire que les bétons de sable pourront remplacer les bétons classiques dans certaines applications. Nous pouvons conclure ce que le béton de sable est composé de ciment, sable, d'eau et quelques ajouts, et les caractéristiques géométriques des fibres ont différentes selon leur types et leur dimensionnement. On peut dire aussi que l'utilisation de béton de sable et béton par fibres métalliques dans le domaine de la construction est très ancienne est très connus, pour cela on va proposer d'étudier un béton de sable renforcé par des fibres hybrides.



**CHAPITRE II : Caractérisation  
des matériaux**

## I.1.Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les caractéristiques des différents constituants utilisés dans la formulation et la fabrication du béton de sable de dune.

Les résistances mécaniques des bétons en générale et des bétons de sable en particulier nécessitent des précautions particulières à savoir : le choix et la sélection des constituants ainsi que leurs utilisations pour pouvoir obtenir les résultats recherchés en matière de résistance.

Les composants de base d'un béton de sable fibré sont l'eau, le ciment et les sables plus les fibres (métalliques ; polypropylène ) qui peuvent être rajoutés dans le but de modifier les propriétés telles que la résistance, ces matériaux répondant à des avis techniques pour une utilisation dans le béton par l'application de quelques essais tels que: équivalent de sable ; masse volumique (apparent / absolu) ; analyse granulométrie

## II.2. Caractéristiques des matériaux :

### II.2.1. Sable :

Dans cette étude nous avons utilisé un sable alluvionnaire (SA) la carrière à 30 km à route de Touggourt RN 56 et un sable de dune (SD) de provenant de la région de Ain El Beida (Wilaya d'Ouargla).

#### II.2.1.1.Masse volumique absolue :

Cet essai est régi par la norme NFP 18-301; elle est définie comme étant la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat sans tenir compte des vides pouvant exister entre les grains [DUPAIN. R, LANCHON 1995].

#### ➤ But de l'essai

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une composition de bétons. Ce paramètre permet de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaires malaxées pour l'obtention d'un béton dont les caractéristiques sont imposées. Dans ce travail nous avons utilisé la méthode de l'éprouvette graduée, elle est simple, rapide et utilise un matériel courant du laboratoire.

#### ➤ Mode opératoire

1. Remplir une éprouvette graduée avec un volume  $V_1$  d'eau.
2. Peser un échantillon sec M de sable (environ 100 g) et l'introduire dans l'éprouvette en prenant soin d'éliminer toutes les bulles d'air.

3. Lire le nouveau volume  $V_2$ .

La formule qui nous permis la détermination de la masse volumique est :

$$\rho_s = \frac{M}{V_2 - V_1} \dots\dots\dots (2.1)$$

Le tableau II.1 présente les résultats de la Masse volumique absolue.

Tableau II.1. Résultat de la Masse volumique absolu

<b>Composition de sable</b>	<b><math>\rho_s</math> ( kg/m<sup>3</sup> )</b>
Sable de dune	2667
Sable alluvionnaire	2638.5

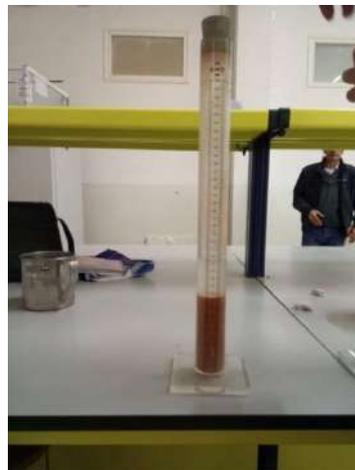
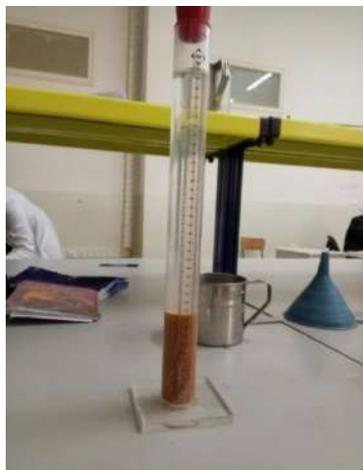


Photo II.1.Essi de masse volumique absolu

**II.2.1.2.Masse volumique apparente**

Cet essai est régi par la norme NFP 18-554, elle est définie comme étant la masse de l'unité de volume apparente du corps, c'est-à-dire celle du volume constitué par la matière du corps et les vides qu'elle contient [NF P 18-598].

Le tableau II.2 présente les résultats de la masse volumique apparente obtenus au niveau du laboratoire.

Tableau II.2. Résultat de la Masse volumique apparente

<b>composition de sable</b>	<b><math>\rho_a</math> ( kg/m<sup>3</sup> )</b>
Sable de dune	1407.12
Sable alluvionnaire	1661.04



Photo II.2. Essai de Masse volumique apparente

### II.2.2. Equivalent de sable :

Il est défini par la norme NFP 18-598; cet essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, 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 [NF P 18-560].

#### ➤ But de l'essai

Cet essai a pour but de mesurer la propreté des sables entrant dans la composition des bétons. L'essai consiste à séparer les floccules fins contenues dans le sable. Une procédure normalisée permet de déterminer un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté de celui-ci.

#### ➤ Principe de l'essai

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  $H_1$  : sable propre + éléments fins.
- hauteur  $H_2$  : sable propre seulement.

On en déduit l'équivalent de sable qui, par convention dit équivalent de sable permettant de déterminer le degré de propreté du sable :

$$ES = \frac{H_1}{H_2} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$

Selon que la hauteur H<sub>2</sub> est mesurée visuellement ou à l'aide d'un piston, on détermine ES<sub>v</sub> (équivalent de sable visuel) ou ES<sub>p</sub> (équivalent de sable au piston)



Photo II.3. Essai équivalent de sable

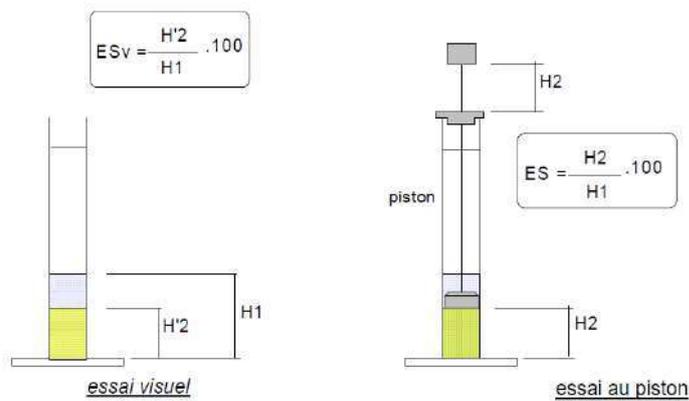


Fig II.1. Essai d'équivalent de sable

Tableau. II.3 Pourcentage d'équivalent de sable

Nature de sable	ES (%)		Observation
Sable de dune	Piston	98.46	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.
	Visuel	95.04	
Sable alluvionnaire	Piston	87.39	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.
	Visuel	86.66	

### II.3.Analyse granulométrique:

Les courbes granulométriques des différents granulats peuvent être déterminées par l'essai de l'analyse granulométrique (NF P 18-560).

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis (voire la photo II.4), emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau étudié est placé en partie supérieure des tamis et le classement des grains s'obtient par vibration de la colonne de tamis [ NF P 18-560,].



Photo II.4. Essai d'analyse granulométrique

#### a. But de l'essai :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant les échantillons. Elle

s'applique à tous les granulats de dimension nominale inférieure ou égale à 63 mm, à l'exclusion des fillers.

A noter qu'il faut éviter la confusion entre la granulométrie qui s'intéresse à la détermination de la dimension des grains et la granularité qui concerne la distribution dimensionnelle des grains d'un granulats.

**b. Principe de l'essai :**

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau étudié est placé en partie supérieure des tamis et les classements des grains s'obtiennent par vibration de la colonne de tamis.

Afin d'éviter toute ambiguïté, un tamis et une passoire équivalent désigné par un même numéro de module et une dimension nominale normalisée des tamis.

*Le tableau II.4 présente les modules et les diamètres nominaux des tamis.*

*Tableau II.4 : Module et dimensions nominales des tamis.*

Modules	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tamis	0,08	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80
Modules	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Tamis	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30	8,00	10,00
Modules	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
Tamis	12,50	16,00	20,00	25,00	31,50	40,00	50,00	63,00	80,00		

**c. Dimension des tamis utilisés**

Pour les sables, on utilisera en général les tamis de modules 20, 23, 26, 39, 32, 35, 38. Pour les matériaux plus grossiers, tous les tamis au-delà du module 38 seront utilisés.

**d. Préparation de l'échantillon**

La quantité à utiliser doit répondre à différents impératifs qui sont contradictoires:

- Il faut une quantité assez grande pour que l'échantillon soit représentatif.
- Il faut une quantité assez faible pour que la durée de l'essai soit acceptable et que les tamis ne soient pas saturés et donc inopérants.

Dans la pratique, la masse à utiliser sera telle que :  $M \leq 0,2 D_{max}$  avec M, masse de l'échantillon en Kg et  $D_{max}$  diamètre du plus gros granulats exprimé en mm. Dans cette étude Nous avons utilisé cinq échantillons :

- Premier échantillon : 100% du sable de dune ;
- Deuxième échantillon: 100% du sable alluvionnaire ;
- Troisième échantillon : 50 % du Sable alluvionnaire + 50% du sable de dune ;

- Quatrième échantillon: 60 % du Sable alluvionnaire + 40% du sable de dune.  
Les tableaux suivants représentent les résultats d'analyse granulométrique obtenus :

1er échantillon sable de dunes:

La figure II.2 représente la courbe granulométrique du sable de dunes.

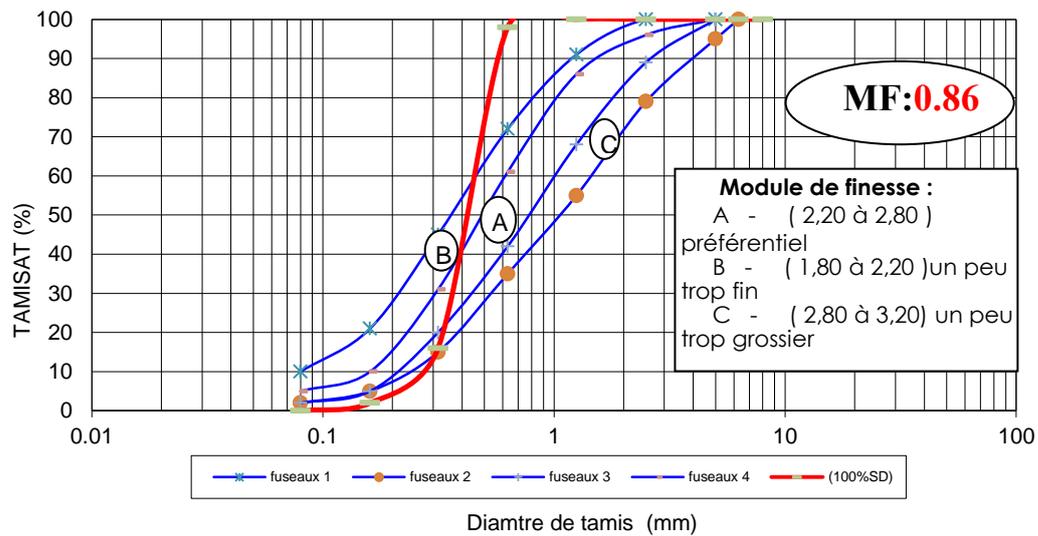


Fig II.2 Courbe granulométrique (100 % sable de dunes)

- 2eme échantillon sable alluvionnaire:

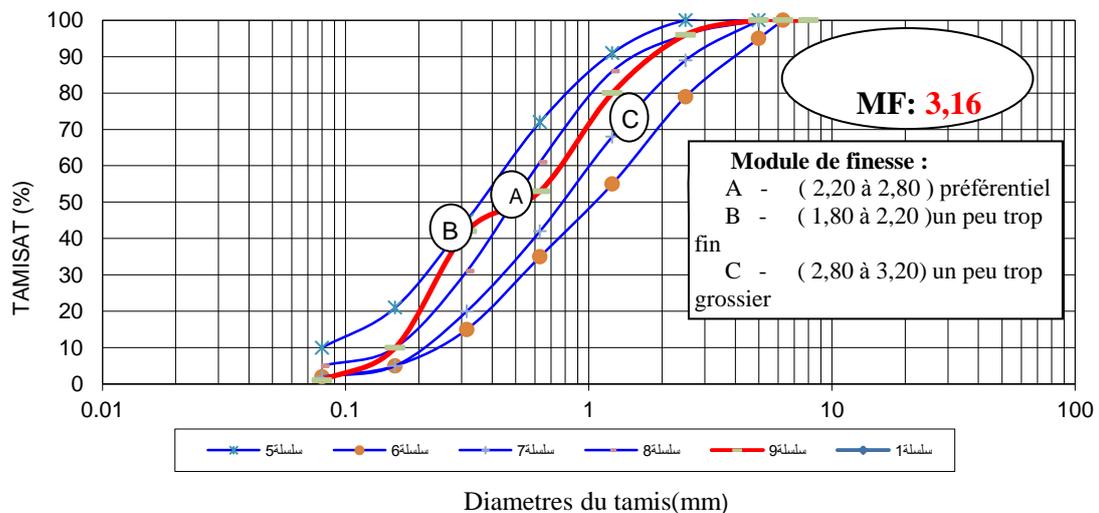


Fig II.3.Courbe granulométrique (100% sable alluvionnaire)

3ème échantillon 50% sable de dunes +50% sable alluvionnaire

La figure II.4 représente la courbe granulométrique du sable de dunes corrigé à 50% avec du sable alluvionnaire.

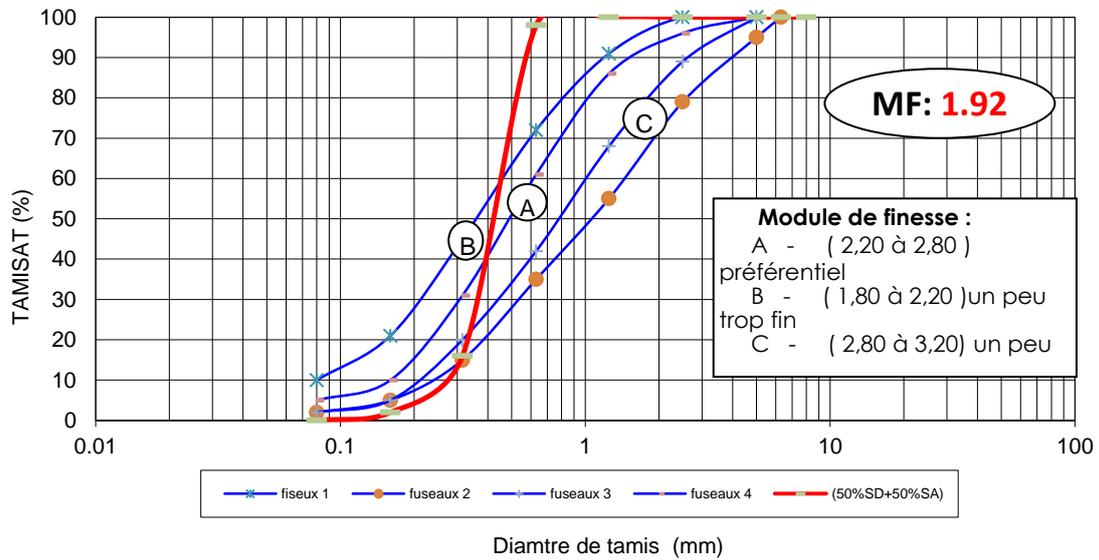


Fig II.4. Résultats d'analyse granulométrique (50% SD +50% SA)

4ème échantillon 40% sable de dunes +60% sable alluvionnaire

figure II.5 représente la courbe granulométrique du sable de dunes corrigé à 60% avec du sable alluvionnaire.

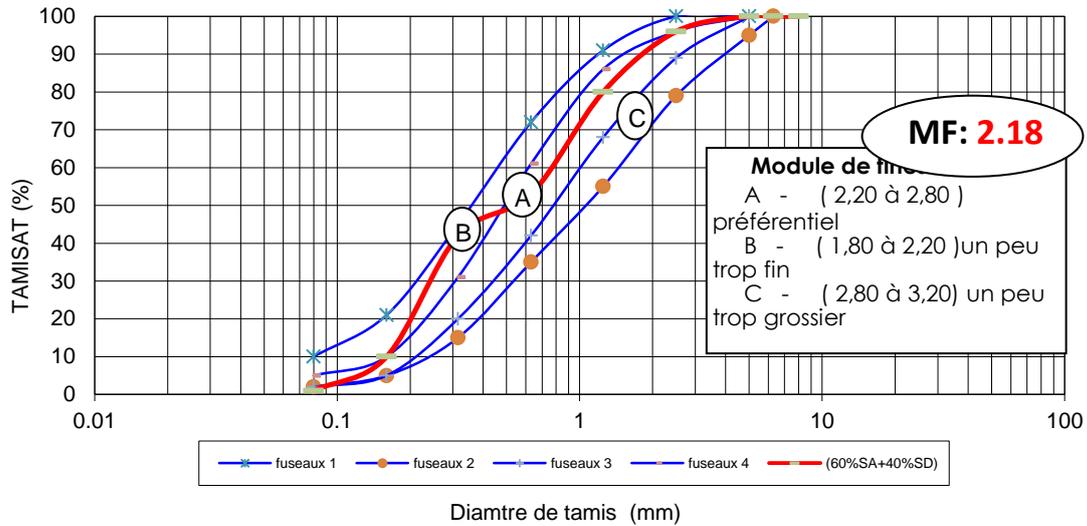


Fig II.5. Courbe granulométrique (60% SA + 40% SD)

**II.4. Module de finesse:**

La finesse d’un sable est estimée conventionnellement par une grandeur appelée module de Finesse. Ce dernier est égal au 1/100eme de la somme des refus, exprimés en pourcentage des différents tamis de la série suivante : (0.16-0.315-0.63-1.25-2.5-5mm).

$$MF = \frac{\sum RC}{10}$$

RC : refus cumulé en (%).

La valeur du module de finesse nous renseigne sur la situation du sable utilisé vis-à-vis le fuseau de référence, lorsque MF est compris entre :

- 1.8 et 2.2 : le sable est à majorité de grains fins, c’est le fuseau B;
- 2.2 et 2.8 : on est en présence d’un sable préférentiel, c’est le fuseau A ;
- 2.8 et 3.3 : le sable est un peu grossier, c’est le fuseau C, Il donnera des bétons résistants mais moins maniables. [AYACHIA ,2011]

Les modules de finesse de chaque échantillons après les calculs sont représentés dans le tableau ci-dessus :

Tableau II.5. Module de finesse de différents échantillons

Echantillons	Module de finesse $M_f$	Classement des sables
SD	0.85	sable très fin
SA	3.16	Sable trop grossier
50%SA+50%SD	1.92	Sable trop fin
60%SA+40%SD	2.18	Sable trop fin

## II.5. Ciment :

Le ciment utilisé est un ciment CPJ CEM II /BL 42.5N [ELMATINE].

### II.5.1 Caractéristiques chimiques

L'analyse chimique du ciment utilisé a révélé l'existence des éléments qui sont présentés en pourcentage massique dans le tableau suivant:

Tableau II.6 :L'analyse chimique du ciment [Annexe A]

MgO	SO3	CL	C3S	C3A
1.7	2.50	0.02	62	7.5

### II.5.2Caractéristiques mécaniques

Le tableau suivant résume certaines caractéristiques mécaniques de ciment utilisé

Tableau II.7: Caractéristiques physiques et mécaniques de ciment utilisé [Annexe A]

Propriétés physiques et mécaniques	CPJ-CEM II /B-L
Début de prise heure/min	2.45
Fin de prise heure/min	3.50
Rc28 (MPa)	$\geq 42.5$
Rt28 (MPa)	4.3

## II.6.Eau de gâchage

L'eau utilisée pour la confection du béton est celle du robinet du laboratoire de génie civil de l'université d'Ouargla

## II.7. Les fibres

### II.7.1 Fibres métalliques :

Les fibres utilisées dans cette étude expérimentale sont des fibres métalliques disponibles sur le marché à différentes dimensions, conçu spécialement pour l'amélioration des propriétés du béton et de mortier tel que la résistance.

Les fibres métalliques utilisées sont ondulées et sont présentées dans la photo II.9 .



Photo II.5 : La géométrie de fibres métalliques utilisées

#### II.7.1.1. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées

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

Tableau II.8 : Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres. [BELAFARGE.A,2011]

Fibres	Diamètre (mm)	Long (mm)	Masse volumique absolue (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance à la traction (MPa)
Ondulées	1	30	7850	800 – 1100

### II.7.2 Les fibres polypropylène

Ces fibres se caractérisent par leur faible densité. Elles sont particulièrement souples et insensibles chimiquement mais peu résistantes à la chaleur (température de fusion 160 °c).photo II.6.



Photo II.6 : La géométrie de fibres polypropylène utilisé

### II.7.2.1. Les caractéristiques physique et mécaniques de fibres :

Les caractéristiques physiques et mécaniques de ces fibres sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.9 : Caractéristiques des fibres de polypropylène [ANNEXE B]

### II.7.3. les Adjuvants :

Le plastifiant que nous avons utilisé est appelé MEDAFLUID 40 et un plastifiant réducteur d'eau, il est compatible avec tous les types de ciment [Annexe C]

Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	Longueur (mm)	Point de fusion (°C)	Allongement à la rupture (%)	Section de la fibre (µm)	Module d'élasticité (GPa)
0.9	12	150	50	30	3

#### II.7.3.1. Les caractéristiques de MEDAFLUID 40 sont :

- Aspect : Liquide ;
- Teneur en chlore : < 1 g /l.
- pH : 8-9 ;
- Densité : 1.19 ;
- Extrait sec 40
- Couleur : Marron ;

#### II.7.3.2. Les propriétés de l'adjuvant sont :

- . Diminuer le rapport E / C.
- . Faciliter la mise en œuvre du béton
- . Eviter la ségrégation

. Conservation de l'ouvrabilité par temps chaud.

### **II.8. Formulation et préparation d'un béton de sable:**

Pour la composition du béton de sable, nous avons utilisé un dosage en ciment et sable correspondant à celui d'un mortier normalisé c'est-à-dire une part de ciment et trois part de sable. Concernant le dosage en eau nous avons utilisé l'essai de maniabilité pour la détermination de la quantité d'eau correspondant à un béton plastique

#### **II.8.1 Formulation des bétons de sable renforcés de fibres**

Après avoir choisi les constituants utilisés dans la composition des bétons 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 du béton souhaitée.

#### **II.8.2 Les essais de maniabilité :**

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 [BELFERRAG A,2006 ]

➤ **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.

➤ **L'appareil utilisé :**

L'appareil utilisé est appelé Maniabilimètre LCL (B) (figure II.6), avec illustration par photo II.7. 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

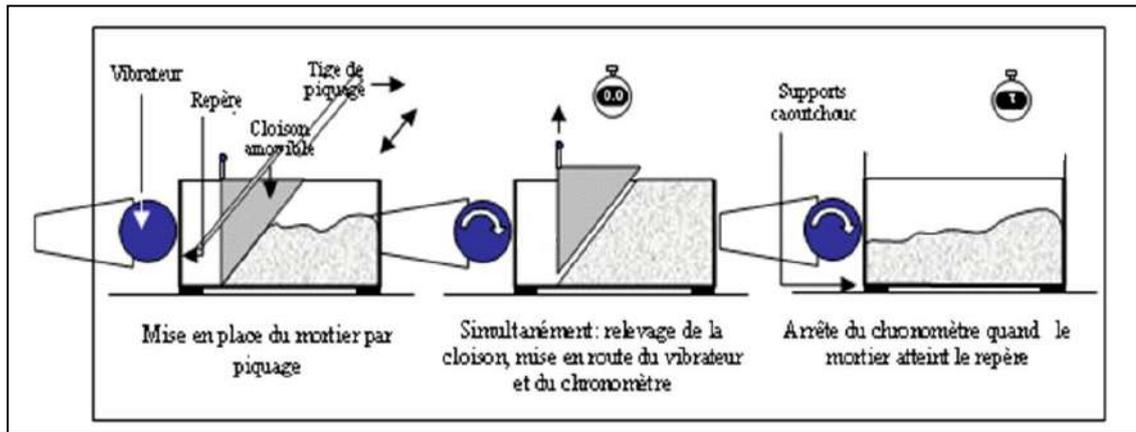
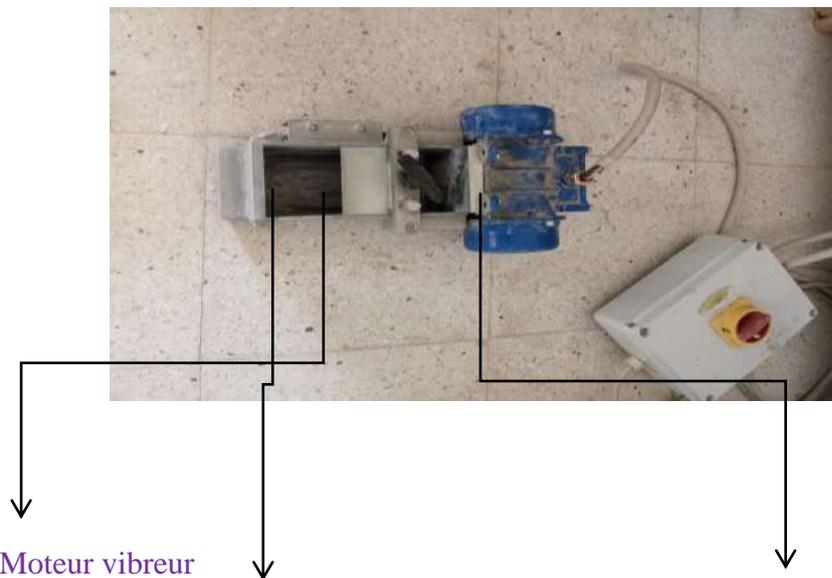


Fig II.6. Principe de fonctionnement du Maniabilimètre LCL(B)

➤ **Conduite de l'essai :**

Le mortier est introduit dans la partie désigné sur la figure II.7, 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.8)



Moteur vibreur

Volume à remplir de béton frais    Partie amovible déclenchant le moteur

Photo II.7. Appareil Maniabilimètr

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 ou plus maniable, d'où le nom de l'appareil. Comme illustré au tableau II.10.

Tableau II.10. Classe de consistance selon la durée d'écoulement [NF P 15-301].

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

Les résultats obtenus au niveau de laboratoire sont présentés sur le tableau II.11.

Tableau II.11. Les résultats de maniabilité

Compositions du béton de sable	E/C	Temps d'écoulement (s)
100% SD	0.58	28.5
100% SA	0.44	23.35
50 % SA + 50 % SD	0.47	25.92
60 % SA + 40% SD	0.44	27

On remarque d'après les résultats présentés sur le tableau II.14, qu'il s'agit d'un béton plastique ayant un temps d'écoulement variant entre 23 et 28 secondes.

- premier échantillon 100% sable de dunes B<sub>1</sub> :

Tableau II.12. Composition du B<sub>1</sub> pour Le premier échantillon (100% SD)

Bétons	E/C	ciment en (kg)	sable en (kg)		fibres en (kg)		plat	Eau en (l)
			SD	SA	FP	FM		
B1								
B1F1								
B1F2								
B1F3								
B1F4								
B1F5								
B1F6								

- Ldeuxième échantillon 100% sable alluvionnaireB2:

Tableau II.13 Composition du B2 pour Le deuxième échantillon (100% SA)

Bétons	E/C	ciment en (kg)	sable en (kg)		fibres en (kg)		plat	Eau en (l)
			SD	SA	FP	FM		
B2								
B2F1								
B2F2								
B2F3								
B2F4								
B2F5								
B2F6								

➤ Le troisième échantillon 50% du sable de dunes +50% du sable alluvionnaire B3:

Tableau II.14 Composition du B3 pour Le troisième échantillon (50% SD +50 %SA)

Bétons	E/C	ciment en (kg)	sable en (kg)		fibres en (kg)		plat	Eau en (l)
			SD	SA	FP	FM		
B3								
B3F1								
B3F2								
B3F3								
B3F4								
B3F5								
B3F6								

➤ Le Quatrième échantillon 40% du sable de dunes et 60% du sable alluvionnaire :

Tableau III.15 Composition du B4 pour Le Quatrième échantillon (40% SD + 60% SA)

Bétons	E/C	ciment en (kg)	sable en (kg)		fibres en (kg)		plat	Eau en (l)
			SD	SA	FP	FM		
B4								
B4F1								
B4F2								
B4F3								
B4F4								
B4F5								
B4F6								

**II.8.3 Préparation et forme de l'échantillon :**

Après une série d'essais nous avons opté pour une formulation finale du béton de sable renforcé de fibres métalliques, pour préparer des éprouvettes (4x4x16) cm, le malaxage a été fait à la main de la manière suivante :

- Au premier lieu on procède au mélange du sable ;
- Puis on ajoute du ciment et on mélange l'ensemble sable-ciment ;
- Enfin on ajoute les fibres métalliques et on mélange l'ensemble (sable+ciment+fibres métalliques+ fibres polypropylènes) .
- En dernier lieu on ajoute l'eau d'une manière progressive pendant le malaxage de la matrice (sable+ fibre métalliques+ ciment+ eau) .

Enfin, on procède au remplissage des moules en deux couches suivi d'une vibration en utilisant une table de vibration standard. Après 24 h on procède au démoulage les éprouvettes où ces dernières seront mises dans l'eau pour une conservation durant 14 jours, ce mode de conservation offre au béton une bonne consistance et lui procure une bonne résistance à la compression et à la traction [BENTATA, 2004].

**II.9. Conclusion:**

A travers les résultats obtenus dans l'étude des caractéristiques des constituants de béton de sable, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

- Le sable de dune possède un module de finesse faible, au contraire, le sable alluvionnaire utilisé à un module de finesse préférentiel, delà, Nous avons proposé, une amélioration de la granulométrie de sable de dune par l'ajout de ce dernier.
- Les compositions ayant les proportions ((50% SD+50% SA et 40% SD+ 60% SA), donnent un module de finesse relativement acceptable.
- Pour la formulation du béton de sable témoin, nous avons utilisé une part de ciment et trois parts de sable, et pour le dosage en eau nous avons utilisé l'essai de maniabilité, pour la détermination de la quantité d'eau nécessaire, qui correspond à un béton de sable "plastique".



# **CHAPITRE III : Résultats et Discussion**

### III. 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats expérimentaux des tests réalisés sur les bétons de sable avec et sans fibres.

Nous avons étudié les caractéristiques mécaniques (résistance à la compression et la résistance à la traction) des bétons suivants :

- B1 : Béton avec 100% SD.
- B2 : Béton avec 100% SA
- B3: Béton avec (50% SD + 50% SA).
- B4 : Béton avec (40% SD + 60% SA)
- ❖ **Bi Fc = Bi +Fc**  $\implies$  i ( 1,2,3 et 4) / c (1,2,3,4,5et 6)
  - BiF1:Bi+F1( 0.10% FP+0.51% FM)
  - BiF2:Bi+F2( 0.10% FP+0.89% FM)
  - BiF3:Bi+F3( 0.15% FP+0.51% FM)
  - BiF4: Bi+F4(0.15% FP+0.89% FM)
  - BiF5: Bi+F5(0% FP+0.51% FM)
  - BiF6: Bi+F6(0% FP+0.89% FM)

### III.2. Résistances mécaniques

L'essai a pour but de connaître la résistance à la compression et à la traction des bétons étudiés.

#### III.2.1. Résistance à la traction (NFP18-407)

Cet essai est exécuté par une machine désignée pour les tests de flexion, sur les éprouvettes de béton de sable (4x4x16) cm<sup>3</sup>.

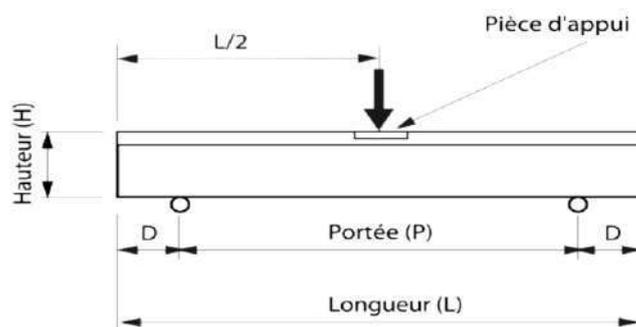


Figure III.1: Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion (3 points) [BABA.ARBI S.NOUSAIBA. 2017]



Photos III.1. Essai de résistance à la flexion (3 points)

- La résistance à la flexion est calculée selon l'équation :

$$R_f = \frac{1.5 \cdot F_f \cdot L}{b^3} \dots\dots\dots(3.1)$$

$R_f$  : Résistance à la flexion en (MPa) ;

$F_f$ : Charge de rupture de l'éprouvette en flexion (N) ;

L: Longueur qui sépare les deux appuis égale à 100 mm ;

b: Côté de l'éprouvette est égale à 40 mm.

### III.2.2. Résistance à la compression (NFP18-406)

Les éprouvettes étudiées sont soumises à une charge croissante jusqu'à la rupture par l'appareil de compression. La résistance à la compression est le rapport entre la charge de rupture et la section transversale de l'éprouvette. Les demi-prismes d'éprouvettes obtenues après la rupture en flexion seront rompus en compression comme indiqué sur la figure III.2, la résistance à la compression est calculée selon l'équation suivante:

$$R_c = \frac{F_c}{b^2} \dots\dots\dots(3.2)$$

$R_c$  : Résistance à la compression en (MPa) ;

$F_c$  : Charge de rupture en (N) ;

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

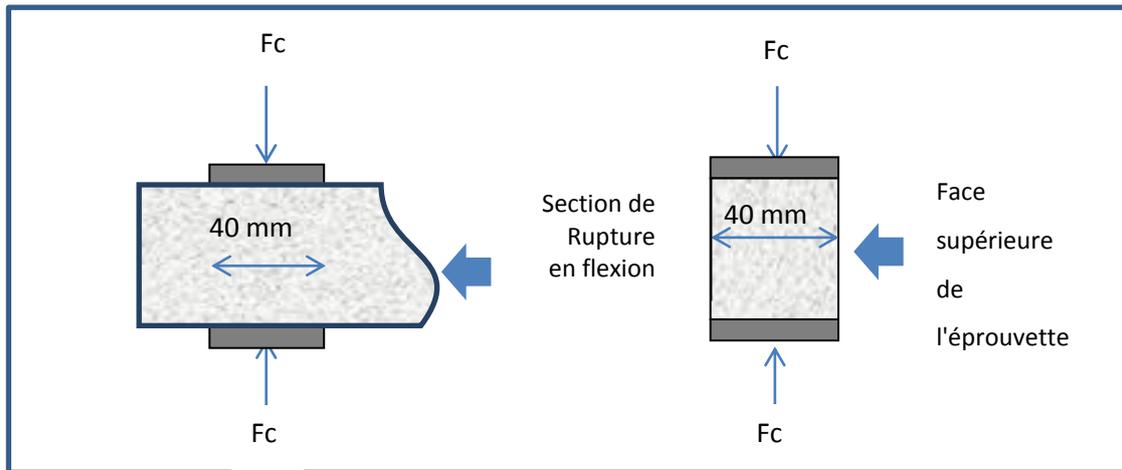


Figure III.2 : Dispositif de rupture en compression



Photo III.2: Essai de résistance à la compression

### III.3. Résultats Résistance mécaniques

#### III.3.1. Résultats de la résistance à la flexion

#### III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats expérimentaux des tests réalisés sur les bétons de sable avec et sans fibres à savoir : les caractéristiques mécaniques (compression et traction) pour les différentes formulations proposées. D'après les résultats obtenus, on peut dire que :

- La résistance à la flexion et la compression du béton augmente en fonction du temps, et l'ajout de fibres hybrides proposées engendre une amélioration acceptable par rapport au fibre métallique seul.
- La correction du sable de dune par le sable alluvionnaire (40% SD + 60% SA), nous donne une résistance à la compression et à la traction par flexion élevées par rapport au béton réalisé avec 100% SA, 100% SD et (50% SA + 50% SD);
- Pour les bétons sans fibres B2 et B4 présentent pratiquement la même résistance à la compression.
- Les fibres hybrides utilisées ont un effet positif sur l'amélioration des propriétés mécaniques du béton.
- La composition B4 avec l'ajout de différentes fibres F1, F2, F3, F4, F5 et F6 affiche les meilleurs résultats de la résistance à la compression et à la flexion par rapport à l'ensemble des mixtures avec et sans fibres;
- La résistance à la flexion de l'ensemble des bétons de sable B1, B2, B3 et B4 associé à la fibre F2 à 28 jours, affichent les meilleurs résultats par rapport aux autres mélanges;
- La résistance à la compression de l'ensemble des bétons de sable B1, B2, B3 et B4 associé à la fibre F4 à 28 jours, affichent les meilleurs résultats par rapport aux autres mélanges;
- La meilleure résistance à la flexion des bétons renforcés par des fibres qu'il soit métalliques ou hybride par rapport aux bétons témoins est donnée par B4F2 qui est de l'ordre de 59.36%;
- La meilleure résistance à la compression des bétons renforcés par des fibres qu'il soit métalliques ou hybride par rapport aux bétons témoins est donnée par B4F4. Cette augmentation est de l'ordre de 20.59%



## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## Conclusion générale

Les bétons de sable ont dans un certain nombre de contrées, un gros intérêt vu de la rareté des granulats de ce fait, la valorisation des ressources naturelles et artificielles disponibles devient plus que nécessaire. Les bétons de sable de dunes présentent plusieurs anomalies du fait de sa composition, en particulier le sable de dunes ayant une granulométrie fin et monométrique, engendrant des chutes dans les résistances mécaniques, de ce fait, une correction de ce dernier est indispensable par un ajout de sable alluvionnaire et pour améliorer ces dernières, il est envisagé de les renforcer par des fibres. Cette étude met en évidence le rôle et l'influence du dosage en fibres hybrides (polypropylènes et métalliques) sur les caractéristiques mécaniques des bétons de sable durci.

Dans l'étude expérimentale nous avons utilisé plusieurs compositions du béton de sable B1, B2, B3 et B4, avec et sans fibres hybrides et métalliques, en variant le pourcentage des fibres métalliques et polypropylènes. Les essais de traction par flexion et compression ont été réalisés afin, d'étudier l'effet de ces fibres sur les caractéristiques mécaniques des bétons étudiés.

Après une analyse et discussion des résultats trouvés à l'aide de l'expérimentale nous avons conclu ce qui suit :

- La résistance à la flexion et la compression du béton augmente en fonction du temps, et l'ajout de fibres hybrides proposées engendre une amélioration acceptable par rapport au fibre métallique seul.
- La correction du sable de dune par le sable alluvionnaire (40% SD + 60% SA), nous donne une résistance à la compression et à la traction par flexion élevées par rapport au béton réalisé avec 100% SA, 100% SD et (50% SA + 50% SD);
- Pour les bétons sans fibres B2 et B4 présentent pratiquement la même résistance à la compression.
- Les fibres hybrides utilisées ont un effet positif sur l'amélioration des propriétés mécaniques du béton.
- La composition B4 avec l'ajout de différentes fibres F1, F2, F3, F4, F5 et F6 affiche les meilleurs résultats de la résistance à la compression et à la flexion par rapport à l'ensemble des mixtures avec et sans fibres;
- La résistance à la flexion de l'ensemble des bétons de sable B1, B2, B3 et B4 associé à la fibre F2 à 28 jours, affichent les meilleurs résultats par rapport aux autres mélanges;
- La résistance à la compression de l'ensemble des bétons de sable B1, B2, B3 et B4 associé à la fibre F4 à 28 jours, affichent les meilleurs résultats par rapport aux autres mélanges;

- La meilleure résistance à la flexion des bétons renforcés par des fibres qu'il soit métalliques ou hybride par rapport aux bétons témoins est donnée par B4F2 qui est de l'ordre de 59.36%;
- La meilleure résistance à la compression des bétons renforcés par des fibres qu'il soit métalliques ou hybride par rapport aux bétons témoins est donnée par B4F4. Cette augmentation est de l'ordre de 20.59%



## **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

**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.

**Amadou GAYE**, « Détermination de la teneur en eau optimale dans l'optique d'un béton de sable routier compacte » Projet de fin d'études, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 01 juillet 1996.

**AYACHI, Amour Mohamed**, 2011. Etude des propriétés mécaniques du béton de sable de dunes ; mémoire mastère ; Université Ouargla

**BABA ARBI, MANSOUR**,2017. Comportement du béton de sable de dunes renforcé par des fibres métalliques soumis à haute température

**BANTATA, A**, 2004. Etude expérimentale d'un béton avec sable de dune de la région d'Ouargla (Ain El Beida), mémoire de magister, université de Ouargla

**BELFERRAG ALLAOUA**. valorisation des fibres métallique issues des déchet pneumatiques dans les bétons de sable da dune, mémoire magister, université Ouargla 2006.

**Boualati. A. Kemassi .W**. Etude des caractéristiques mécaniques de béton de sable de dune renforcé par de fibres issues de déchets industriels 2018

**Dardare**. Dardar J., 1975. Contribution à l'étude du comportement mécanique des bétons renforcés de fibre de polypropylène, in fibre reinforced cement and concrete, RILEM , Symposium, Edited by A. NEVILLE, Lancaster, Construction Press, , pp 227-235, Communication 5.2

**DUPAIN. R, LANCHON. R, J. C. SAINT ARROMAN** « granulats, sols, ciments et bétons – caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de laboratoire », Edition castilla – 25, ruerouge-75005 Paris 1995

**ELALOUANI, M et HADJ SAID. M, 2011.** Etude de la propriété rhéologique du béton de sable de dunes, Mémoire de master, Université de Ouargla.

**Haddadou.N.2015.** Haddadou N. Elaboration et caractérisation de béton autoplaçant fibré avec ajout de poudre de marbre Thèse de Doctorat UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES,2015

<https://www.google.com/search?q=fibre+polypropyléné&source=lnms&tbn>

**KRIKER A.** «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'Etat, ENP, 2005.

**Khady NDIAYE,** « Optimisation des formulations des bétons de sable», Projet de fin d'études, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, Juillet 1993.

**LAFARGE,** 2011: <http://www.lafarge-france.fr/LB-Fibres-Metalliques.PDF>  
(consulté le 12/04/2011).

**MOKHTARI. A.** Influence des ajouts de fines minérales sur les Performances Mécaniques des Bétons Renforcés de Fibres Végétales de Palmier Dattie 2006/

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

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

Norme française, Ciments courants, NF P 15-301, Juin 1994.

Norme française, Essai de flexion, NF P 18-407, Décembre 1981



# **Annexes**

## Annexe(A)

MATINE

Ciment pour béton exigeant

CEM II/A 42,5 R NA 442

## FICHE TECHNIQUE

ALGÉRIE



50kg

متين  
Matine

**Ciment portland au Calcaire**

NA442 CEM II/B-L 42,5 N

*Matine* Ciment gris pour bétons de haute-performance destiné à la construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments

*Matine*  
NA442 CEM II/B-L 42,5 N

*Matine* est certifié, conforme à la norme Algérienne (NA442 – 2013) et Européenne (EN 197-1)

**AVANTAGES PRODUIT**

- Une résistance initiale élevée pour vos ouvrages nécessitant un décoffrage rapide
- Favorise la maniabilité du béton et le maintien de sa rhéologie
- Une Classe Vraie qui offre une haute performance au béton.
- Meilleure durabilité du béton.

**H** A member of  
LafargeHolcim

MATINE

Ciment pour béton exigeant

CEM II/A 42,5 R NA 442

## FICHE TECHNIQUE

APPLICATIONS RECOMMANDÉES 

- Construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments
- Préfabrication légère
- Béton de haute performance

FORMULATION CONSEILLÉE 

	Ciment 	Sable (sec) 	Gravillons (sec) 	Eau (litres) 
Dosage pour béton c25/30	X 1 	X 7 	X 5 	X 4 
				25 L

Remarque: un bidon = 10 Litres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES 

## • Analyses chimiques

	Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)	10,0±2
Teneur en sulfates (SO3) (%)	2,5±0,5
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)	1,7±0,5
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)	0,02-0,05

## • Composition minéralogique du Clinker (Bogue)

	Valeur
C3S (%)	60±3
C3A (%)	7,5±1

## • Propriétés physiques

	Valeur
Consistance Normale (%)	26,5±2,0
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm <sup>2</sup> /g) (NA231)	3 700 - 5 200
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1 000
Expansion (mm)	< 3,0

## • Temps de prise à 20° (NA 230)

	Valeur
Début de prise (min)	150±30
Fin de prise (min)	230±50

## • Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥ 10,0
28 jours (MPa)	≥ 42,5

CONSIGNES DE SÉCURITÉ 

1- PROTÉGEZ VOTRE PEAU : Porter les équipements adaptés dans vos chantiers: casques, lunettes, gants, genouillères, chaussures et vêtements de sécurité.

2- MANUTENTION : Jetez le sac en pliant les genoux et en gardant le dos droit.


 A member of  
LafargeHolcim


Conditionnement: Sac et vrac

LAFARGE ALGÈRE  
Centre commercial Bab Ezzouar, Tour n°02,  
Etages 05 & 06, Bab Ezzouar Alger, Algérie  
Tél: + 213 (0) 21 98 54 54  
Fax: + 213 (0) 23 92 42 94  
www.lafargealgerie.com  
customersaction@lafargeholcim.com  
Tél: 021 55 55 98  
Conditionnement : sac et vrac



## Annexe(B)

## FICHE TECHNIQUE

## Fibre polypropène



## DESCRIPTION

Fibre de polypropylène vierge mono-filament pour le contrôle de la fissuration du béton dans la phase plastique et comme renfort secondaire du béton.

Cette fibre Polypropylène à haute ténacité et à grande stabilité dimensionnelle, est conçue spécifiquement pour une utilisation dans le béton et mortier car résistant aux alcalis, absolument pas corrodable, résistante à l'abrasion, aux produits chimiques, aux moisissures, aux micro-organismes et aux hautes températures.

Les FIBERTEK PP 6-12-18mm sont destinés à être incorporés dans la matrice de ciment (béton, mortier, etc.) pour constituer un matériau homogène en mesure de contrer le retrait plastique.

Pour obtenir une résistance plus élevée à la traction que celle correspondant aux bétons sans fibres et donc plus de ressources pour faire face aux contraintes induites par le retrait ; laissez le béton se développer, avec le même degré de maturation. A l'état durci, donc après maturation, la présence des fibres FIBERTEK PP contribue à améliorer les propriétés du béton. Ils augmentent en particulier la ténacité, c'est à dire la résistance résiduelle post-fissuration, ressource importante pour contrer la propagation des fissures, en particulier dans le régime dynamique. Cette contribution, cependant, ne permet pas un redressement structurel en termes d'augmentation de la ductilité apparente.

Les FIBERTEK PP fournissent, cependant, une contribution importante dans le domaine structurel lorsqu'elle est combinée avec des fibres métalliques (Fig. 1).

Les FIBERTEK PP Améliorent la performance des fibres d'acier dans l'immédiat post-fissuration et l'absorption de l'énergie résiduelle pour

les grandes déformations, donc augmentent la ductilité globale du composite.

## COMPOTEMENT DE LA FLEXION APRES SOLICITATION



Marquage CE pour non-structural usage selon EN 14689-2.



## PROPRIETE

FIBERTEK PP 6, 12 et 18 mm, étant mono-filament ils se dispersent facilement dans la matrice dans toutes les directions de manière à avoir une répartition homogène de la fibre dans la pâte et une matrice renforcée qui permet de contrôler son retrait plastique, ce qui augmente la compacité et limite les microfissurations.

FIBERTEK PP 6 millimètres, est pour le béton, un élément de protection passif contre l'incendie.

FIBERTEK PP 6, 12 et 18 millimètres :

- Éliminent la formation de macro-fissures et réduit la microfissure.
- Réduisent le retrait plastique hydraulique lors de la prise du béton.

Page 10



Siège & Usine :  
B.P. 203 Zone Industrielle de Sid-El-Abbès  
Tél : + 213 (0) 49 78 24 63  
Fax : + 213 (0) 48 70 24 62  
E-mail : info@teknachem.com  
www.teknachem.com

Agence d'Algier :  
Rue de la Soummam 01/06 Z.I. Oued Senez Alger  
Tél/Fax : + 213 (0) 23 82 05 02  
Agence de Sétif :  
Zone d'Activité Artisanale 6<sup>ème</sup> Tranche - Sétif  
Tél : + 213 (0) 28 92 83 10 - Fax : + 213 (0) 34 92 90 80

Les informations contenues dans la présente fiche technique, bien que représentative et étant le plus souvent de la connaissance, ne dispensent pas l'utilisateur de procéder à des tests préalables sous ses propres conditions d'emploi à titre appui à l'assistance technique de la société. Par conséquent, **TEKNA CHEM ALGERIE** SARL, décline toute responsabilité pour l'emploi inapproprié du produit.



# Fibre polypropène

FICHE TECHNIQUE


**FIBERTEK PP**

MICRO FIBRE DE POLYPROPYLENE VIERGE MONO-FLAMENT POUR MORTIER ET BÉTON



- Améliorent l'élasticité et la résistance à la traction....
- Augmentent la résistance aux chocs et à l'abrasion.
- Résistent à l'agent acide et basique.
- Ne se détériorent pas.
- Excellente qualité de dispersion.
- Haute efficacité et économie (dosage entre 0,9 et 1 kg par mètre cube de béton).

## CARACTERISTIQUE

Etat physique :.....Fibres  
 Matériau :.....Polypropylène vierge  
 Couleur :.....Blanc naturel  
 Densité :.....0,8 à 1,00 g/cm<sup>3</sup>  
 Dimension :.....6 mm  
 Longueur :.....6/12/18 mm nominale  
 Section :.....Circulaire  
 Epaisseur :.....32 microns  
 Poids spécifique :.....0,91 g / cm<sup>3</sup>  
 Point de fusion :.....160° C

### Résistance à la traction :

- 6 mm :.....400 N/mm<sup>2</sup>  
 - 12 mm :.....450 N/mm<sup>2</sup>  
 - 18 mm :.....450 N/mm<sup>2</sup>

### Allong. à la rupture :

- 6 mm :.....20 %  
 - 12 mm :.....40 %  
 - 18 mm :.....40 %

Module d'Young :.....3700 MPa

### Epaisseur nominale :

- 6 mm :.....18 µm  
 - 12 mm :.....32 µm  
 - 18 mm :.....32 µm

Résistance aux alcalis :.....haute

Résistance à l'acide :.....haute

Résistance aux sels :.....haute

## PROPRIETES ET EFFETS

- Améliore la thixotropie des mélanges.
- Réduit la fissuration.
- Réduit le retrait.
- Améliore les résistances en flexion.
- Améliore la thixotropie du mortier ou béton.

## DOMAINES D'APPLICATION

- Micro béton et mortier projetés ou manuels.
- Application en épaisseur pour mortier en ciment ou en plâtre en une seule passe.
- Chapes légères.
- Mortier auto nivelant.
- Plats formes.

## MODE D'EMPLOI

- ① Mélanger les agrégats, l'eau et le ciment.
- ② Ajouter graduellement les fibres dans la bétonnière, toujours en mouvement pour obtenir une dispersion plus uniforme. Continuer de mélanger pour au moins 5 minutes, après l'ajout des fibres.
- ③ Ajouter un super plastifiant de notre gamme sans arrêter le malaxage jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.

## APPLICATIONS

Contrôle de la fissuration de retrait pour le béton et le mortier. FIBERTEK PP 6, 12 et 18 mm sont indiqués pour :

- Pavage.
- Sols industriels en particulier et tous les sols en béton en général.

Page 2/3



**Siège & Usine :**  
 B.R 203 Zone Industrielle de Sid-El-Abdell  
 Tél : + 213 (0) 48 70 34 63  
 Fax : + 213 (0) 48 70 34 63  
 E-mail : info@teknachem.com  
 www.teknachem.com

**Agence d'Algier :**  
 Rue de la Soummam lot N°06 ZJ, Oued Smar Alger  
 Tél/Fax : + 213 (0) 23 92 85 63

**Agence de Béni :**  
 Zone d'Activité Artisanale à Tranche - Sétif  
 Tél : + 213 (0) 36 93 80 18 - Fax : + 213 (0) 36 93 98 60

Les informations contenues dans la présente fiche technique, bien que représentant le stade le plus avancé de la connaissance, ne dispensent pas l'utilisateur de procéder à des tests préalables dans ses propres conditions d'emploi ou à faire appel à l'assistance technique de la société. Par conséquent, **TEKNA CHEM** décline toute responsabilité pour l'emploi inapproprié du produit.



## Annexe (C)

## FICHE TECHNIQUE

## NOTICE TECHNIQUE

2 1 2 3

**MEDAFLUID 40**Conforme à la norme EN 934-2 : TAB 1 ET  
TAB 2 ET TAB 10. NA 774

Plastifiant / réducteur d'eau

**DESCRIPTION**

Le **MEDAFLUID 40** est un plastifiant réducteur d'eau. Il est compatible avec tous les types de ciment.

**DOMAINES D'APPLICATION**

Le **MEDAFLUID 40** est recommandé pour la confection des bétons suivants :

- Béton prêt à l'emploi
- Béton pompé sans forme de ségrégation
- Béton de masse
- Fabrication de dalles et pré-dalles
- Bétons BCR
- Bétons extrudés

**PROPRIÉTÉS :**

Grâce à ses propriétés physico-chimiques, le **MEDAFLUID 40** permet :

Sur béton frais :

- Diminuer le rapport E/C
- Augmenter le slump
- Faciliter la mise en œuvre du béton
- Éviter la ségrégation

Sur béton durci :

- Augmenter les résistances mécaniques
- Augmenter la compacité
- Augmenter l'imperméabilité
- Augmenter la durabilité
- Éviter la formation de nids d'abeilles

Résistances mécaniques en compression  
(béton dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>, E/C=0,42, Aff=11cm)

Désignation	Rc (MPa)	
	7J	28J
Témoin	22,5	28,0
<b>MEDAFLUID 40 (1,5%)</b>	28,5	36,30

**CARACTÉRISTIQUES**

- Aspect ..... Liquide
- Couleur ..... Marron
- pH ..... 8 / 9
- Densité ..... 1,19 ± 0,01
- Teneur en chlore ..... < 0,1 g/l
- Extrait sec ..... 40 %

**MODE D'EMPLOI**

Le **MEDAFLUID 40** peut être ajouté dans la bétonnière ou dans les camions malaxeurs :

a) Dans la bétonnière il s'ajoute dans la deuxième partie de l'eau de gâchage et doit être suivi d'un malaxage d'environ 2 minutes.

b) Dans le camion malaxeur, le **MEDAFLUID 40** est introduit dans la toupie à l'arrêt et malaxé à grande vitesse pendant environ 1 minute par mètre cube de béton.

Ne pas ajouter le **MEDAFLUID 40** sur le béton sec.

**DOSAGE**

Plage de dosage recommandée :

0,8 à 2,0% du poids de ciment. Soit 0,87 L à 1,68 L d'adjuvant pour 100 kg de ciment.

Des dosages supérieurs à 1,5% du poids de ciment (soit 1,2 l d'adjuvant par 100kg de ciment) permettent d'obtenir un retard de début de prise du ciment.

Le dosage optimal doit être déterminé sur chantier en fonction du type de béton et des effets recherchés.

**CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE**

Le **MEDAFLUID 40** est conditionné en bidons de 12 et 24 kg, fûts de 265 kg, cubitenaire de 1200 kg.

La température dans l'entrepôt de stockage doit être comprise entre 5°C et 35°C.

Si le produit a gelé, le dégeler à 20°C et le remuer

Les renseignements donnés dans cette notice sont basés sur notre connaissance et notre expérience à ce jour. Il est recommandé de procéder à des essais de convenance pour déterminer la fourchette d'utilisation tenant compte des conditions réelles de chantier.



Zone Industrielle Oued Smar - BP85 Oued Smar - 16270 Alger  
Tel : (213) 021 51 66 81 & 82  
Fax : (213) 021 51 64 22 & 021 51 65 23  
www.granitex.dz - E-mail: granitex@granitex.dz





Photo.A.1. Table de vibration



Photo.A.2 : ciment(martine)



Photo. A.3 : les adjuvants de plastifiant



Photo. A.4 : coulage des éprouvettes



Photo .A.5 : l'essai granulométrique

## Annexe ( D )

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et populaire <b>MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU</b> EP. ALGERIENNE DES EAUX d'unité Ouargla						<b>وزارة الموارد المائية</b> <b>الجزائرية للمياه</b> <b>وحدة مديرية ورقلة</b>	
							
<b>FICHE D'ANALYSES</b>							
N° REF : 253 /2017		LIEU DE PRELEVEMENT: FORAGE MEKHADEMA N°01		Date d'analyse : 19/02/2017			
Date de prélèvement : 19/02/2017		prélèvement effectué par : préleveur ADE		Analyse effectuée Par : Laboratoire Central			
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	CON.	N.A	MINERALISATION GLOBALE		CON.	N.A	
PH	/	6.5 - 8.5	Calcium Ca <sup>2+</sup>	mg/l	240.48	200	
Potentiel redox Eh	Mv	/	Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	162.81	150	
Conductivité à 25°C	µs/cm	4600	Sodium Na <sup>+</sup>	mg/l	400	200	
Température	°C	/	Potassium K <sup>+</sup>	mg/l	23	20	
Turbidité	NTU	0.172	Chlorures Cl <sup>-</sup>	mg/l	998.03	500	
T.D.S	mg/l	/	Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	720	400	
Salinité	‰	2300	Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	184.92		
Oxygène dissous	mg/l	2.3	Carbonate CO <sub>3</sub>	mg/l	/		
CO <sub>2</sub> libre	mg/l	/	Silicate SiO <sub>2</sub>	mg/l	/		
Residu sec à 105°C	mg/l	3076	Dureté Totale (TH)	mg/CaCO <sub>3</sub>	1270	500	
MES à 105°C	mg/l	/	Dureté Permanente	mg/CaCO <sub>3</sub>	/		
			Titre alcalin	mg/CaCO <sub>3</sub>	/		
			Titre alcalin complet	mg/CaCO <sub>3</sub>	151.57		
PARAMETRES DE POLLUTION	CON.	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES		CON.	N.A	
Ammonium NH <sub>4</sub>	mg/l	0.087	Fer total	mg/l	/	0.3	
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00	Fer Fe <sup>2+</sup>	mg/l	00	0.3	
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	/	Fer Fe <sup>3+</sup>	mg/l	/	0.3	
Orthophosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	00	Manganèse Mn <sup>2+</sup>	mg/l	/	0.3	
Mat. Oxyd. M. Acide	mg/l	/	Aluminium AL <sup>3+</sup>	mg/l	/	0.5	
			Fluore F	mg/l	/		
ANALYSES FINES		N.A	PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES			N.A	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	/	Germes totaux				
DCO	mg/l	/	A 37°C	UFC/ml	/	0	
Plomb Pb	mg/l	/	A 22°C	UFC/ml	/	0	
Nickel Ni	mg/l	/	Coliformes totaux	ge/100ml	00	0	
Cadmium Cd	mg/l	/	Echerichea-coli	ge/100ml	00	0	
Cobalt Co	mg/l	/	Streptocoques fécaux	ge/100ml	00	0	
Chrome Cr	mg/l	/	Clostridium sulf-red	ge/100ml	/	0	
Cuivre Cu	mg/l	/	Chlore résiduel libre	mg/l	brute	0	
<b>OBSERVATION :</b>							

## Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer l'influence du dosage en fibres hybrides (polypropylène et métalliques) sur les propriétés des bétons de sables. Dans cette étude nous avons utilisé quatre formulations à savoir: 100% SD, 100% SA, 50% SA + 50% SD et 60% SA + 40% SD, les résultats expérimentaux ont montré que les meilleures résistances à la compression et à la flexion sont obtenus par la composition B4 (60% SA + 40% SD) avec et sans fibres. L'incorporation des fibres F4(0.15% FP+0.89 FM) dans le cas de la compression et F2(0.1 FP+0.89 FM) pour la flexion présente une amélioration maximale de la résistance de l'ordre respective de 59.36% et 20.59% par rapport aux témoins.

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير جرعة الألياف الهجينة (مادة البوليبروبيلان والمعدنية) على خواص الخرسانة الرملية. في هذه الدراسة استخدمنا أربع تركيبات هي: 100% SD ، 100% SA ، 50% SA + 50% SD ، 60% SA + 40% SD. أظهرت النتائج التجريبية أنه تم الحصول على أفضل نتائج مقاومة الانضغاط والانحناء عن طريق التركيبة (SD) 60% SA + 40% SD مع وبدون ألياف. يُظهر دمج ألياف F4(0.15% FP+0.89 FM) في حالة الانضغاط و F2(0.1 FP+0.89 FM) للانحناء أقصى تحسن للمقاومة على التوالي بنسبة 59.36% و 20.59% مقارنة بالخرسانة العادية.

## abstract

The objective of this study is to determine the influence of hybrid fiber dosage (polypropylene and metal) on the properties of sand concretes. In this study we used four formulations namely: 100% SD, 100% RS, 50% SA + 50% SD and 60% RS + 40% SD, the experimental results showed that the best compressive strengths and the flexural are obtained by the composition B4 (60% RS + 40% SD) with and without fibers. The incorporation of F4(0.15% FP+0.89 FM) fibers in the case of compressive and F2(0.1 FP+0.89 FM) for flexural shows a maximum improvement of resistance respectively in order of 59.36% and 20.59% compared to the plain concrete.