

**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 : ECBR**

**Thème**

**L'influence de l'ajout des fibres polypropylènes sur la durabilité du  
béton de sable de dunes**

**Présenté par :**

- ❖ RAHMANI AISSA
- ❖ BOUCHEMAL ABDELBARI

**Soumis au jury composé de :**

<b>MEKHERMECHE Abdeslam</b>	<b>MCB</b>	<b>Université d'Ouargla</b>	<b>Président</b>
<b>DJOUHRI Mohamed</b>	<b>MCB</b>	<b>Université d'Ouargla</b>	<b>Examineur</b>
<b>MEZIANI Nedjma</b>	<b>MAA</b>	<b>Université d'Ouargla</b>	<b>Encadreur</b>
<b>BELFERRAG Allaoua</b>	<b>MCB</b>	<b>Université d'Ouargla</b>	<b>Co-Encadreur</b>

***Année Universitaire: 2021/ 2022***

## **Remerciement**

Tout d'abord, je voudrais remercier infiniment Allah Tout-Puissant qui nous aide et nous donne le courage et la volonté de mener à bien ce travail.

Nous souhaitons remercier Mademoiselle, MEZIANI Nedjma qui nous a encadré pour la réalisation de ce travail et docteur BELFERRAG Allaoua qui a accepté de nous co-encadré. Nous remercions aussi l'ensemble des professeurs ayant participé de près ou de loin dans notre formation.

Ensuite, je joins ces remerciements aux membres du jury pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Je tiens également à remercier l'équipe du LTPS. Qui a accepté de partager son expérience avec nous pour ce travail.

Enfin, nous tenons à remercier nos familles et tous nos amis pour leurs encouragements ainsi que toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à nos recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

Rahmani et Bouchemal

## Résumé :

Le béton c'est un composant de base dans la construction. Il est composé de sable, de ciment, d'eau et de quelques additifs. Dans cette étude expérimentale, nous avons utilisé les fibres polypropylène F1 et F2 ayant les longueurs respectives 18 et 12 mm et deux sables à savoir, sable de dunes (SD) et sable alluvionnaire (SA) pour étudier leur influence sur les bétons de sable (B1=100% SD et B2 = 50% SD + 50% SA) dans des milieux agressifs (acide chloré HCL, acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, acide nitrique HNO<sub>3</sub>). Les résultats tirés de ce travail de recherche confirment que l'ajout de la fibre polypropylène améliore la résistance de compression et contribue à stabiliser la masse de l'échantillon.

**Mots clés :** Béton de sable, Sable alluvionnaire, Sable de dunes, Fibres polypropylène, Environnements agressifs, Résistance à la compression, Perte de masse.

## ملخص:

الخرسانة هي عنصر أساسي في البناء. يتكون من الرمل والأسمنت والماء وبعض المواد المضافة. في هذه الدراسة التجريبية، تستخدم ألياف البولي بروبيلين F1 و F2 ذات أطوال 18 و 12 مم ورملان هما: رمل الكثبان ورمل البناء لدراسة تأثيرهما على الخرسانة الرملية (B1 = 100%SD و B2 = 50%SD + 50 %SA) في بيئات عدوانية (حمض HCL الكلور، حمض الكبريت H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>، حمض النيتريك HNO<sub>3</sub>) تؤكد نتائج هذا البحث أن إضافة ألياف البولي بروبيلين يحسن القوة الميكانيكية لضغط ويساهم في استقرار كتلة العينة.

**الكلمات المفتاحية:** الخرسانة الرملية، رمل البناء، رمل الكثبان، الألياف البولي بروبيلين، بيئات عدوانية، القوة الميكانيكية لضغط، فقدان الكتلة.

## Abstract:

Concrete is a basic component in construction. It is composed of sand, cement, water and some additives. In this experimental study, we used polypropylene fibers F1 and F2 with the respective lengths 18 and 12 mm and two sands, namely dunes sand (SD) and alluvial sand (SA) to study their influence on sand concretes (B1=100% SD and B2 = 50% SD + 50% SA) in aggressive environments (HCL chlorinated acid, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sulphuric acid, HNO<sub>3</sub> nitric acid). The results from this research work confirm that the addition of polypropylene fiber improves the compressive strength and helps stabilize the mass of the sample.

**Keywords:** sand concrete, alluvial sand, dune sand, polypropylene fiber, aggressive environments, compressive strength, mass loss.

## SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
<b>CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I.1. Introduction	3
I.2. Historique du béton de sable	3
I.3. Béton de sable de dunes	4
I.3.1. Constitutions du béton de sable	4
I.3.1.1. Ciment	4
I.3.1.2. Sable	4
I.3.1.3. L'eau de gâchage	4
I.3.1.4. Adjuvants	4
I.3.1.5. Les Ajouts	4
I.3.2 Les propriétés mécaniques de béton	5
I.3.2.1. Résistance à la compression	5
I.3.2.2 Résistance à la traction	5
I.4 Durabilité	5
I.4.1 Les attaques chimiques du béton	6
I.4.2 Types d'attaques chimiques	6
I.4.2.1 Les attaques sulfuriques	7
I.4.2.2 les attaqué par les acides	7
I.4.3 Le gel et le dégel	7
I.4.4 La dégradation par la corrosion des armatures	8
I.5. Conclusion	9

## **CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES ET FORMULATION DE BETON**

II.1. Introduction	10
II.2. Caractéristiques des matériaux utilisés	10
II.2.1. Le ciment	10
II.2.1.1. Caractéristiques chimiques	10
II.2.1.2. Caractéristiques mécaniques et physiques	11
II.2.2. L'eau	11
II.2.3. Les adjuvants	11
II.2.4. Les fibre	12
II.2.4.1. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées	12
II.2.5. Sable	12
II.2.5.1. Equivalent de Sable	13
II.2.5.2. Masse volumique	14
II.2.5.3. Bleu méthylène	17
II.2.5.4. Tenneur en eau	18
II.2.5.5. Analyse chimique	19
II.2.5.6. Analyse granulométrique	20
II.3. Formulation des bétons de sable renforcés de fibres	23
II.3.1. L'essai de maniabilité	24
II.3.2. Formulation du béton de sable témoin	24
II.3.3. Formulation des bétons renforcés	24
II.3.4. Composition des bétons utilisés	24
II.4. Conclusion	25

## **CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

III .1 Introduction	26
III .2 Perte de masse	26
III .2.1 Perte de masse des éprouvettes conservées en HCl	26
III.2.2 Perte de masse des éprouvettes conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	29
III.2.3 Perte de masse des éprouvettes conservées en HNO <sub>3</sub>	32
III. 3 Résultats de la résistance à la compression	35
III. 3.1 Eprouvettes conservées en Eau	35
III. 3.2 Eprouvettes conservées en HCl	37
III. 3.3 Eprouvettes conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	39
III. 3.4 Eprouvettes conservées en HNO <sub>3</sub>	40
III. 4 Conclusion	42
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	43
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	45
<b>Les Annexes</b>	46

## LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure I.1 : la durabilité de la structure	6
Figure I.2 : La dégradation par la corrosion des armatures	8

### CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES

Figure II.1 : Analyse granulométrique du sable alluvionnaire<< SA>>	22
Figure II.2 : Analyse granulométrique du sable de dunes	23

### CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Figure III.1 : Perte de masse des éprouvettes conservées en HCl	27
Figure III.2 : Perte de masse des éprouvettes B1 conservées en HCl	28
Figure III.3 : Perte de masse des éprouvettes B2 conservées en HCl	28
Figure III.4 : Perte de masse des éprouvettes conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30
Figure III.5 : Perte de masse des éprouvettes B1 conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	31
Figure III.6 : Perte de masse des éprouvettes B2 conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	31
Figure III.7 : Perte de masse des éprouvettes conservées en HNO <sub>3</sub>	33
Figure III.8 : Perte de masse des éprouvettes B1 conservées en HNO <sub>3</sub>	34
Figure III.9 : Perte de masse des éprouvettes B2 conservées en HNO <sub>3</sub>	34
Figure III.10 Résistance de compression des bétons B1 conservées en Eau	36
Figure III.11 Résistance de compression des bétons B2 conservées en Eau	36
Figure III.12 Résistance de compression des bétons B1 conservées en Hcl	37
Figure III.13 Résistance de compression des bétons B2 conservées en Hcl	38
Figure III.14 Résistance de compression des bétons B1 conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	39
Figure III.15 Résistance de compression des bétons B2 conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	39
Figure III.16 Résistance de compression des bétons B1 conservées en HNO <sub>3</sub>	40

## LISTE DES PHOTOS

### CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES ET FORMULATION DE BETON

Photo II.1. Échantillons	13
Photo II.2. Étapes d'essai d'équivalent de sable	14
Photo II.3 : Essai de la masse volumique absolue	15
Photo II.4 : Essai de la masse volumique apparente	16
Photo II.5 : Essai de bleu méthylène	17
Photo II.6 : Essai de teneur en eau	18
Photo II.7 : Essai des carbonates	19
Photo II 8 : Essai des sulfates	20
Photo II.9 : Essai des chlorures	20
Photo II.9 : Essai des chlorures	23

### CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Photo III.1 : éprouvette conservées en Hcl	27
Photo III.2 : éprouvette conservées en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30
Photo III.3 : éprouvette conservées en HNO <sub>3</sub>	33

## **LISTE DES TABLEAUX**

### **CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES ET FORMULATION DE BETON**

Tableau II.1 : L'analyse chimique du ciment et minéralogique	10
Tableau II.2 : .Caractéristiques physiques et mécaniques de ciment	11
Tableau II.3. Composition chimique de l'eau	11
Tableau II.4 : Composition et Caractéristiques d'adjuvants	12
Tableau II.5 : Les caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées	12
Tableau II.6. Résultats d'essai de l'équivalent de sable	14
Tableau II.7 : Masse volumique absolue des sables utilisés	15
Tableau II.8 : Masse volumique apparente	16
Tableau II.9. Bleu méthylène	17
Tableau II.10 .Résultats de teneur en eau	18
Tableau II.11 : présente les résultats Analyse chimique	19
Tableau II.12 : Analyse granulométrique du sable alluvionnaire (SA)	21
Tableau II.13 : Résultats d'analyse granulométrique du sable de dunes(SD)	22
Tableau II.14 : Composition du béton	25

## INTRODUCTION GENERALE

Le béton et le mortier (béton de sable) sont les matériaux les plus utilisés dans la construction dans le monde. D'effet de leurs performances mécaniques, de leurs simplicités d'exécution et de leur faible coût (économique).

Le béton et le mortier résistent mal à la traction et à la fissuration. Les conditions d'environnement chauds et secs, tel que la région saharienne de notre pays, dessèchent ces matériaux hydrauliques ce qui conduit à la prolifération des fissures dans les structures induisant ainsi à des chutes dans les résistances mécaniques des bétons. Le renforcement des bétons par des fibres peut offrir des solutions techniques pour l'amélioration des performances mécaniques.

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,...), 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.

Dans cette étude, nous avons examiné l'influence de l'ajout des fibres polypropylènes (de 1 et 1,5% et de longueur de 12 et 18 mm) et la nature du sable sur l'évolution des caractéristiques mécaniques d'un côté, et d'un autre côté sur la durabilité du béton vis-à-vis des agressions chimiques.

C'est dans ce cadre que nous allons entreprendre ce travail expérimental dont l'objectif principal est de contribuer d'une part, à la valorisation des matériaux locaux (sable des dunes) dans la formulation d'un béton, et d'autre part dans l'étude de renforcement de ce béton par les fibres polypropylènes. Tout ça, dans le but d'obtenir un béton à la fois résistant, économique et durable.

Cette présente étude comprend trois principaux chapitres.

- Le premier chapitre est une analyse bibliographique sur le béton de sable fibré et de différents travaux de recherche sur le béton.

- Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé les différentes caractéristiques physiques des matériaux utilisés pour la confection des bétons, la formulation et préparation du mélange, ainsi que les différents essais de bétons étudiés.
- Dans le troisième chapitre, nous avons discuté les différents résultats obtenus d'après les essais effectués sur le béton.
- Enfin, l'étude se termine par une conclusion générale.

**CHAPITRE I :**  
**RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

# CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

## I .1. Introduction

Un béton de sable est un béton, constitué de sable, de ciment, d'eau et/ou de fines par rapport à cette composition de base et pour répondre aux besoins de certains usage, autres ajouts peuvent être envisagés tels que: des adjuvants, des fibres, des gravillons,...etc. Ce mélange est composé de sable comme élément majoritaire, on les distingue des mortiers destinés à la réalisation des joints et des enduits. Ce béton est destiné à réalises des éléments structuraux, dans le domaine du bâtiment et du génie civil, il doit avoir une résistance caractéristique suffisante, qui est liée à la compacité des constituants mélangés. [1]

Dans ce chapitre, on va présenter le béton de sable et sa composition et on expose les études effectuées sur le comportement mécanique de béton de dunes et sans fibres. [1]

## I .2. Historique du béton de sable

Le béton de sable trouve ses origines en France dans le béton aggloméré confectionné par F.coignet dans le 3ème quart de XIX siècle. Il était constitué de sable, de ciment, de chaux et d'eau. Le mur de soutènement a Passy, la maison Cosignait à Saint-Denis, constituent les premières applications de cette technique que l'on retrouve aussi dans la réalisation de la tour de Port Saïd en Egypt. (Hauteur : 52m) et du pont de New-York. [2]

Les premières tentatives de correction granulaire reste l'apanage de F.Coignet qui, pour les besoins de réalisation de certaines parties de l'aqueduc de Vanne construit entre 1869 et 1872, mélangea un sable fin traditionnel à un sable non utilisé à l'époque car jugé impropre à la construction. Cette technique a été mise au point depuis des décennies, en URSS, en témoignent les réalisations du port Kaliningrad en Prusse- Orientale en béton de sable au début du siècle et aussi du pont de Cherna skif coulé sur place à Voronej (500 Km de Moscou). [2]

A la fin du second conflit mondial, le professeur académicien Rembiner a permis l'utilisation de ce matériau dans plusieurs domaines : (les chaussés, les pistes d'aviation, élément de remplissage, murs architecturaux, planchers, dalles, réhabilitation, etc.). [2]

### **I .3. Béton de sable de dunes**

#### **I .3.1. Constitutions du béton de sable**

##### **I. 3.1.1. Ciment**

C'est le matériau de liaison souple qui raidit, possédant ainsi des propriétés cohésives et adhésives en présence d'eau qui le rend capable de relier les composants de béton entre eux. L'utilisation la plus importante du ciment est le lisier et le béton où il lie des matériaux synthétiques ou naturels pour former des matériaux de construction résistants aux impacts environnementaux normaux.

##### **I.3.1.2. Sable**

On définit les sables comme étant la fraction des granulats pierreux dont les grains ont des dimensions comprises entre 80µm et 05mm ; 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. [1]

##### **I .3.1.3. L'eau de gâchage**

Eau incorporée au mélange liant et granulats afin d'enclencher sa prise et de conférer au béton sa plasticité, donc son ouvrabilité. La qualité de l'eau de gâchage doit répondre à la norme NF EN 1008. [4]

##### **I .3.1.4. Adjuvants**

Les adjuvants sont des produits chimiques incorporés au béton frais en faible quantité. Ils améliorent les propriétés des bétons et des mortiers auxquels ils sont ajoutés. Les principaux adjuvants sont : les plastifiants, les entraîneurs d'air, les modificateurs de prise les hydrofuges. [1]

##### **I.3.1.5. Les Ajouts**

L'incorporation de fibres (polypropylène, acier, fonte amorphe...) dans le béton est la solution simple, efficace, économique et prête à l'emploi pour une utilisation optimale sur le béton, elles confèrent au béton une excellente résistance aux chocs et à la fissuration. En particulier au jeune âge du béton leur rôle dépend de leur nature, leur dosage et leur longueur.[3]

On peut citer quelques types d'ajout :

- Les poudres fines.
- Les fibres.
- Les colorants.
- les polymères

### **I.3.2 Les propriétés mécaniques de béton**

La résistance mécanique est l'une des caractéristiques majeures pour un béton. De ce fait, il est indispensable pour n'importe quelles études de prendre en considération les résistances à la rupture en traction ou en compression.

La résistance mécanique des bétons dépend de plusieurs paramètres à savoir : La nature et la qualité des constituants (ciment, granulats, eau, adjuvants), le dosage en ciment, Rapport E/C, les conditions de la mise en œuvre, Les conditions de conservation.

#### **I.3.2.1. Résistance à la compression**

Est la propriété la plus utilisée dans le dimensionnement et la conception des ouvrages en béton, ce dernier est caractérisé par sa résistance à la compression à 28 jours.

#### **I .3.2.2. Résistance à la traction**

La résistance à la traction est moins importante que celle de la compression, du fait que le béton résiste mal à la traction et qui représente environ le 1/10 de sa résistance à la compression.

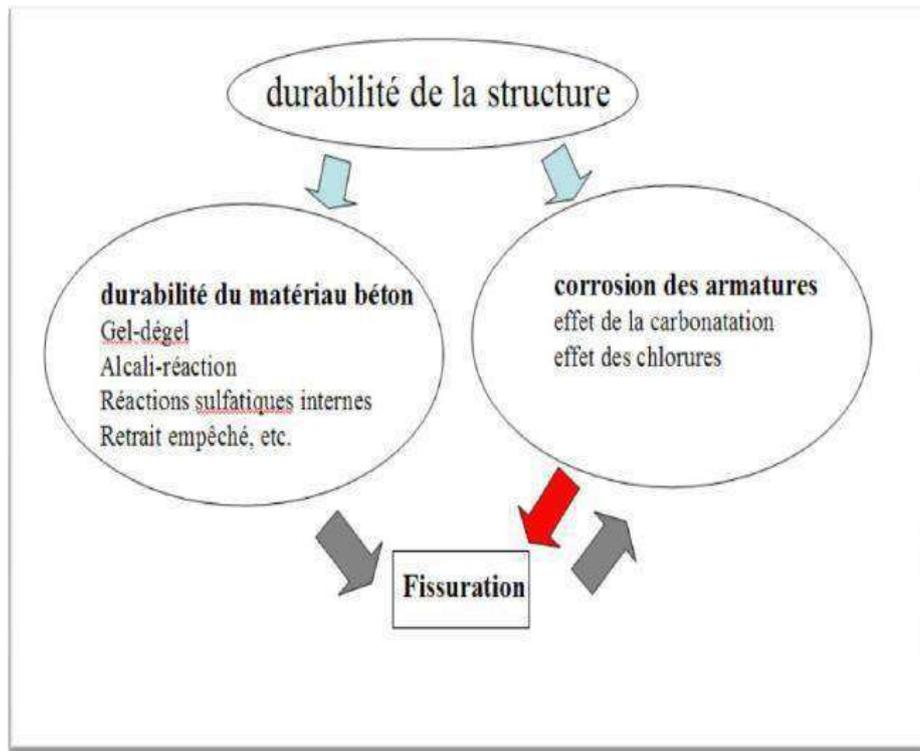
Généralement elle est caractérisée par l'essai indirecte appelé traction par flexion.

### **I .4 Durabilité**

La durabilité d'un ouvrage caractérise sa capacité à conserver les fonctions d'usage pour lequel il a été conçu (fonctionnement structurel, sécurité, confort des usagers) et à maintenir son niveau de fiabilité et son aspect esthétique dans son environnement (gel, eaux agressives...), avec des frais de maintenance et d'entretien aussi réduits que possible.

La durabilité d'un ouvrage dépend de nombreux paramètres dont la qualité de sa conception, la qualité des matériaux et des produits utilisés, la qualité des dispositions constructives, de la réalisation de l'ouvrage et de la mise en œuvre des produits.

La durabilité du matériau béton dans son environnement est présentée comme une préoccupation majeure de la norme et une des raisons de son évolution [5].



**Figure I.1 : la durabilité de la structure. [1]**

Les propriétés de durabilité sont divisées en ces catégories suivantes :

- Les attaques chimiques du béton,
- Le gel et le dégel,
- La dégradation par la corrosion des armatures.

#### **I.4.1. Les attaques chimiques du béton**

La durabilité est tout aussi importante que les caractéristiques mécaniques pour le matériau béton. Cette propriété est définie par la capacité du matériau à maintenir ses caractéristiques physiques et performances mécaniques dans des conditions de sécurité satisfaisantes pendant la durée de vie prévue pour l'ouvrage compte tenu des conditions de services existantes et de l'environnement dans lequel il évolue. Le paramètre régissant la durabilité est bien entendu la perméabilité. Plus cette dernière n'est réduite et mieux sa durabilité en sera augmentée [6].

Les principaux processus chimiques à la base des dégradations du béton, pour la majorité des attaques chimiques, sont généralement regroupés en trois catégories :

- L'hydrolyse ou la lixiviation des hydrates.
- Les échanges ioniques entre les hydrates et le milieu agressif.
- La formation de produits expansifs à l'intérieur du béton.

## **I .4.2 Types d'attaques chimiques**

### **I .4.2.1 Les attaques sulfuriques**

La résistance du béton aux attaques des sulfates est l'un des facteurs les plus importants pour sa durabilité. Le problème est aussi ancien que le béton et on a commencé à l'étudier il y a déjà près de 100 ans.

L'attaque sulfurique est accompagnée d'une précipitation de produits sulfatés dits «secondaires» dont la formation est postérieure à l'hydratation du ciment, d'une expansion importante et de détériorations chimio-mécaniques[5].

### **I .4.2.2 Les attaqués par les acides**

Le béton est un matériau basique et se voit donc attaqué par les acides. Ceux-ci réagissent avec les matériaux à base de calcium du béton durci pour mener à la formation de sels de calcium de l'acide corrodant (sel soluble). IL y a donc dissolution de la structure du ciment durci. Les granulats calcaires eux aussi sont attaqués par les acides. Les granulats siliceux (de rivière ou de mer) ainsi que ceux de porphyres sont résistants. Dans le secteur agricole, l'attaque par les acides est la plus destructrice des agressions citées dans le schéma. Les principaux acides rencontrés sont les acides acétique et lactique.

## **I .4.3. Le gel et le dégel**

Les dégâts du gel de l'eau contenue dans les bétons non résistant se manifestent sous la forme d'un écaillage. En effet, l'eau qui gèle se dilate. La glace occupe un volume d'environ 9 % supérieur à celui de l'eau.

Peuvent être de deux types :

- une microfissuration répartie dans la masse du béton (feuilletage parallèle aux parois), provoquée par un mécanisme de gel interne.

- un délitage de la zone superficielle (dégradation superficielle), appelé écaillage, sous l'effet conjugué des cycles de gel-dégel et des sels de déverglaçâtes.

#### **I .4.4. La dégradation par la corrosion des armatures**

Souvent la corrosion des armatures est la conséquence de l'acidification du béton. Le béton sensé jouer son rôle protecteur de l'acier est défaillant : les armatures rouillent et gonflent. Il ne faut pas attendre que les armatures soient à nu.

Effets de la corrosion :

Le développement de la corrosion des armatures peut provoquer par gonflement une poussée sur le béton d'enrobage et donc une altération de l'aspect extérieur de l'ouvrage entraînant une réduction de la section efficace de l'armature et de son adhérence au béton.

En règle générale, dans des milieux peu agressifs les enrobages et les caractéristiques des bétons préconisés sont suffisants pour garantir la protection naturelle des aciers durant la durée de service escomptée de l'ouvrage.



**Figure I.2 : La dégradation par la corrosion des armatures [7].**

## **I.5. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons introduit quelques concepts particuliers sur l'historique du béton de sable et ses compositions, et on définir la durabilité et les facteurs qui l'affectent.

**CHAPITRE II:**  
**CARACTERISTIQUES DES MATRIAUX**  
**UTILISES ET FORMULATION DE BETON**

## CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES ET FORMULATION DE BETON

### II.1. Introduction

Dans ce chapitre on s'intéresse plus particulièrement à l'identification et la caractérisation des matériaux exploités dans cette étude ; le sable de dune, le sable alluvionnaire, le ciment, eau et fibre polypropylène. La caractérisation est faite d'un point de vue physique (la masse volumique apparente et absolue, l'analyse granulométrie et, chimique, équivalent de sable, teneur en eau, bleu méthylène). Ces connaissances de caractérisation de bien connaître les différents paramètres qui vont influencer les propriétés physiques et mécaniques du mélange contenant ces matériaux.

Les essais d'identification des matériaux utilisés ont été réalisés au sein de laboratoire de génie civil et laboratoire des Travaux Publics du Sud Ouargla.

### II.2. caractéristiques des matériaux utilisés

#### II.2.1. Le ciment

Le ciment utilisé pour la confection des bétons de sables doit être conforme à la norme (NF P15-301).

Les dosages en ciment sont proches des bétons ordinaires (300 à 400 kg/m<sup>3</sup>).

Le ciment utilisé est un ciment CPJ-CEM II /B 42.5N (ELMATINE).

##### II.2.1.1. Caractéristiques chimiques et minéralogique

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.1 : L'analyse chimique du ciment et minéralogique (Annexe [A]).**

MgO	SO <sub>3</sub>	CL	C3S	C3A
1.7 ± 0,5	2,5 ± 0,5	0.02 – 0,05	60 ± 3	7,5 ± 1

### II.2.1.2. Caractéristiques mécaniques et physiques

Le tableau suivant résume certaines caractéristiques mécaniques et physiques de ciment utilisé.

**Tableau II.2 : .Caractéristiques physiques et mécaniques de ciment (Annexe [A]).**

Propriétés physiques et mécaniques	CPJ-CEM II /B
Début de prise (min)	150±30
Fin de prise (min)	250±50
Rc2 (MPa)	≥10.0
Rc28 (MPa)	≥42.5

### II.2.2. L'eau

L'eau de gâchage utilisée pour la totalité de nos essais de formulation de béton de sable, est une eau courante de robinet, dépourvue des excès de sels, de sulfates et d'acides. L'analyse chimique de l'eau a été effectuée au laboratoire d'Algérienne des Eaux, les résultats sont présentés dans le tableau.

**Tableau II.3. Composition chimique de l'eau (Annexe [B])**

Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PH	salinité
240,48	162,81	23	400	998,03	0,09	720	184,92	7,5	2300

Les concentrations sont données en mg / l.

### II.2.3. 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] Les caractéristiques de MEDAFLUID 40 sont :

**Tableau II.4 : Caractéristiques d'adjuvants.**

Couleur	PH	Densité	Teneur en chlore	Extrait	Aspect
Marron.	8-9	1.19	< 1 g /l.	40%.	Liquide

La principale action pour ce plastifiant est d'améliorer considérablement les propriétés du béton, il s'agit de fluidifier le mélange de béton par dispersion rapide des particules de ciment qui si non ont tendance à rester agglomérées au contact de l'eau seule. [Annexe C]

#### II.2.4. Les fibres

Les fibres utilisées dans cette étude expérimentale sont des fibres polypropylène commercialisées par la société Algérienne zone Industrielle de Sidi-Bel-Abbès « TEKNACHEM », conçu spécialement pour l'amélioration des propriétés du béton et de mortier tel que la résistance [Annexe D].

##### II.2.4.1. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées

**Tableau II.5 : Les caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées**

Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Longueur (mm)	Section	Epaisseur	Poids Spécifique (g/cm <sup>3</sup> )	Pointe de fusion	Along. à la rupture (	Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	Module d'Young (MPa)
0,8 à 1,00	18 nominale	Circulaire	32 microns	0,91	160° C	40 %	450	3700

#### II.2.5. Sable

Dans cette étude nous avons utilisé un sable alluvionnaire (SA) provenant d'un site situé à 30 kms de Ouargla sur la RN 56 et un sable de dunes (SD) provenant de la région de AIN EL BEIDA (Ouargla).



**Photo II.1. Échantillons**

**II.2.5.1. Equivalent de Sable (NF EN 933-8+A1 :2015)**

Les sables utilisés dans différents domaines ne sont pas tous propres, ils contiennent une proportion plus ou moins importante de l'argile fine nuisible qui peut réduire considérablement la qualité des matériaux. Cette proportion relative d'impureté dans le sable peut être déterminée grâce à l'essai de propreté appelé "équivalent de sable". Cet essai consiste à faire flocculer, dans des conditions normalisées de temps et d'agitation, les impuretés du sable.

Cet essai a pour but de mesurer la propreté des sables entrant dans la composition des bétons, Ce dernier 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. L'échantillon est lavé selon un processus normalisé, puis on le laisse reposer pendant 20 minutes et enfin on prend les mesures h1 et h2 pour pouvoir déterminer l'équivalent de sable ESV et ES.

- Mesure avec une règle de mesure (ESV).

$$ESV = (h2/h1) 100 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

- Mesure avec un piston (ES).  $ES = (h2/h1) 100 \% \dots\dots\dots(2.2)$

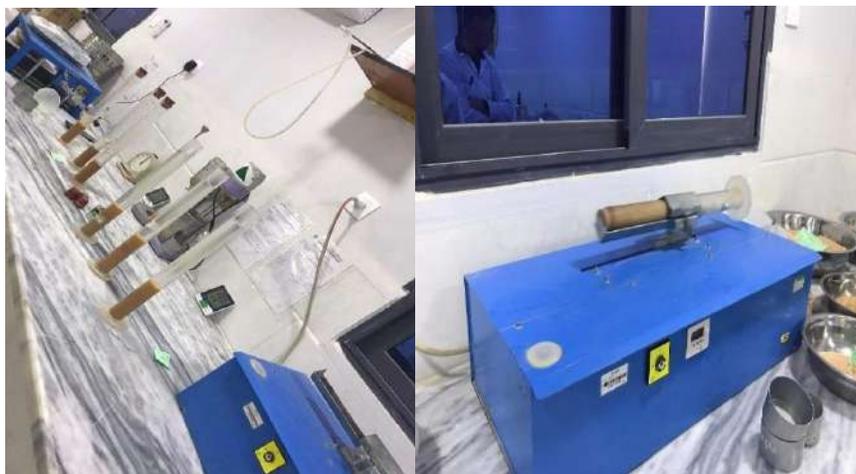
Où :

- hauteur h1 : sable propre + éléments fins.

- hauteur h2 : sable propre seulement.

-Préparation d'échantillon :

Il faut tamiser au tamis de 4 mm, éliminer le refus, et recueillir tout le tamisât.



**Photo II.2. Étapes d'essai d'équivalent en sable**

Les résultats des essais concernant l'équivalent de sable sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.6. Résultats d'essai de l'équivalent de sable.**

Nature de sable	SA en (%)	SD en (%)
ESV (moyenne a vue)	65,15	85,71
EV (moyenne à piston)	67,17	86,8
Résultats	Sable légèrement argileux	Sable très proper

### II.2.5.2. Masse volumique

#### A-Masse volumique absolue

Cet essai est régi par la norme NFP18-555, 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. Cet essai permet de connaître la masse d'une fraction granulaire lors de l'élaboration d'une composition de béton.

Mode opératoire :

Cette méthode consiste à remplir une éprouvette graduée avec un volume  $V_1$  d'eau, ensuite peser un échantillon sec  $MS$  de granulats et l'introduire dans l'éprouvette en prenant soin d'éliminer toutes les bulles d'air, le liquide monte dans l'éprouvette. Lire le nouveau volume  $V_2$ , la masse volumique absolue est alors donnée par la formule suivante :

$$\rho = P/V$$

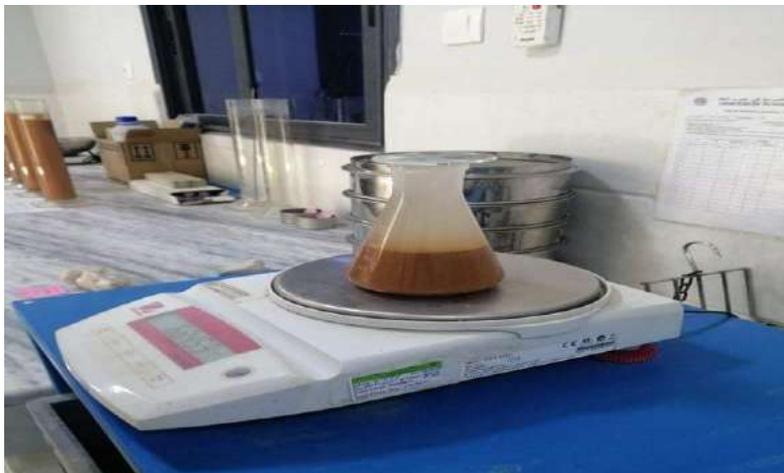
Où :  $\rho$  : Masse volumique.

$P$  : poids du récipient plein d'eau.

$V$  : volume d'agrégats.

**Tableau II.7 : Masse volumique absolue des sables utilisés**

Type de sable	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dune	2,65
Sable alluvionnaire	2,61



**Photo II.3 : Essai de la masse volumique absolue.**

**B-Masse volumique apparente**

Cet essai est régi par la norme NFP 18 -555, elle est défini comme étant la masse à l'état naturel du matériau rapportée à l'unité de volume, celui-ci intégrant à la fois les grains et les vides.

Mode opératoire :

Cette méthode consiste à remplir un récipient dont le volume  $V$  est bien connu, par un échantillon sec de granulats, en prenant soin de bien raser le bord du récipient, peser l'échantillon sec  $M$  de granulats, la masse volumique apparente est déterminée par la relation suivante :

$$\rho = P/V$$

Où :

$\rho$ : Masse volumique apparente.  $p$  : Poids de l'échantillon.

$V$  : Volume du récipient.

**Tableau II.8 : Masse volumique apparente**

Type de sable	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dune	1,44
Sable alluvionnaire	1,56



**Photo II.4 : Essai de la masse volumique apparente.**

### II.2.5.3. Bleu méthylène (NFP 18-595)

L'essai au bleu de méthylène, également appelé « essai au bleu », est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol, et les différents types d'argiles qu'il contient.

La valeur du bleu du sol est.

$$VBS = V / M$$

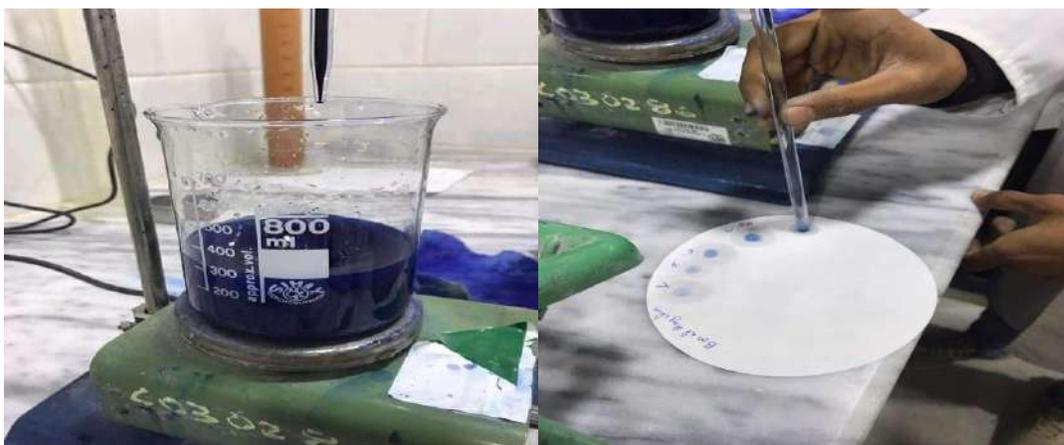
Où :

V : Volume du bleu ajouté en  $\text{cm}^3$ .

M : La masse sèche (g).

**Tableau II.9. Bleu méthylène.**

Type de sable	VBS	Résultats
Sable de dune	1,67	Sable peu plastique et sensible à l'eau.
Sable alluvionnaire	3,84	Sable plastique Moyne.



**Photo II.5 : Essai de bleu méthylène**

**II.2.5.4. Teneur en eau**

La teneur en eau d'un matériau est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau  $W$  contenu par unité de poids de matériau sec. L'objectif de cet essai est la détermination de la quantité d'eau contenue dans un sol, elle est donnée par la formule suivante :

$$W\% = \frac{ph-ps}{ps} \times 100$$

Ps=Poids des matériaux sec.

Ph= Poids des matériaux humide.

W%= teneur en eau.

**Tableau II.10 : Résultats de teneur en eau.**

Type de sable	Teneur en eau%
Sable de dune	0,04
Sable alluvionnaire	0,56

**Photo II.6 : Essai de teneur en eau**

### II.2.5.5. Analyse chimique

Les analyses chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de (LTPS d'OUREGLA), elles sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau II.11 : Résultats de l'analyse chimique.**

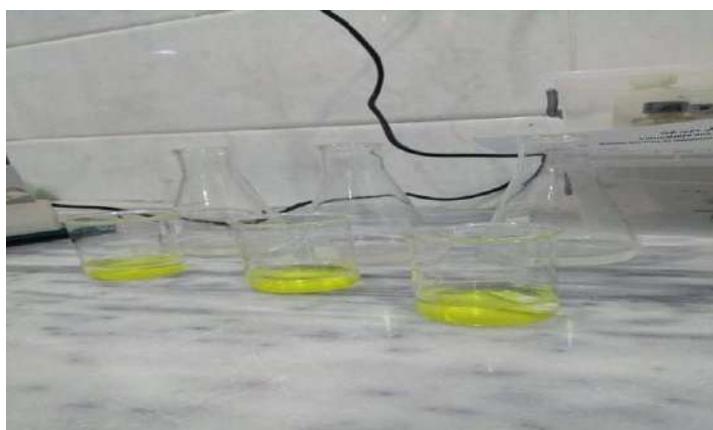
Type de sable		Sable de dune	Sable alluvionnaire
Les	essais		
PH		8,35	8,53
Des chlorures	Cl-% ( $10^{-3}$ )	13,9	8,508
	Na Cl%( $10^{-3}$ )	22,79	13,95
Des carbonates	V, NaOH	9,7	9,2
	CaCO <sub>3</sub> %	3	8
sulfates	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> %	0,686	0,0343
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> %	0,25	1,16
	CaSO <sub>3</sub> , 2H <sub>2</sub> O	1,474	0,0737



**Photo II.7 : Essai des carbonates.**



**Photo II 8 : Essai de sulfates.**



**Photo II.9 : Essai des chlorures**

#### **II.2.5.6. Analyse granulométrique**

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondérés respectifs des différentes familles des grains constituant l'échantillon. Cet essai est défini par la norme (NF P18-554).

##### **✓ But d'essai**

Le but de cet essai consiste à déterminer la distribution dimensionnelle des grains constituant un granulat dont les dimensions sont comprises entre 0,08 et 5mm Principe d'essai :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes. Les dimensions de mailles et le nombre des tamis Sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue.

Les masses des différents refus ou celles des différents tamis sont rapportées à la

Masse initiale du matériau, les pourcentages ainsi obtenus sont exploités, soit sous leur forme numérique, soit sous une forme graphique (courbe granulométrique) [N.F, 1990].

En utilisant généralement les tamis 0.08, 0.160, 0.315, 0.63, 1.25, 2.5, et 5mm.

Nous avons utilisé deux échantillons :

- Premier échantillon : 100% sable alluvionnaire
- Deuxième échantillon : 100% sable de dunes

Les tableaux suivants montrent les résultats d'analyse granulométrique obtenus pour les Sables utilisés.

1er échantillon sable alluvionnaire.

**Tableau II.12 : Analyse granulométrique du sable alluvionnaire (SA).**

Tamis (mm)	Rufus partial (g)	Rufus cumulus(g)	Percentage Refuse (%)	Percentage Passant (%)	MF (%)
5	18,22	18,22	1,822	98,178	
2,5	27,90	46,12	4,612	95,388	
1,25	84,12	130,24	13,024	86,976	
0,63	271,91	402,15	40,215	59,785	
0,315	506,85	909	90,9	9,1	
0,160	72	981	98,1	1,9	
0,080	11,75	992,75	99,275	0,725	

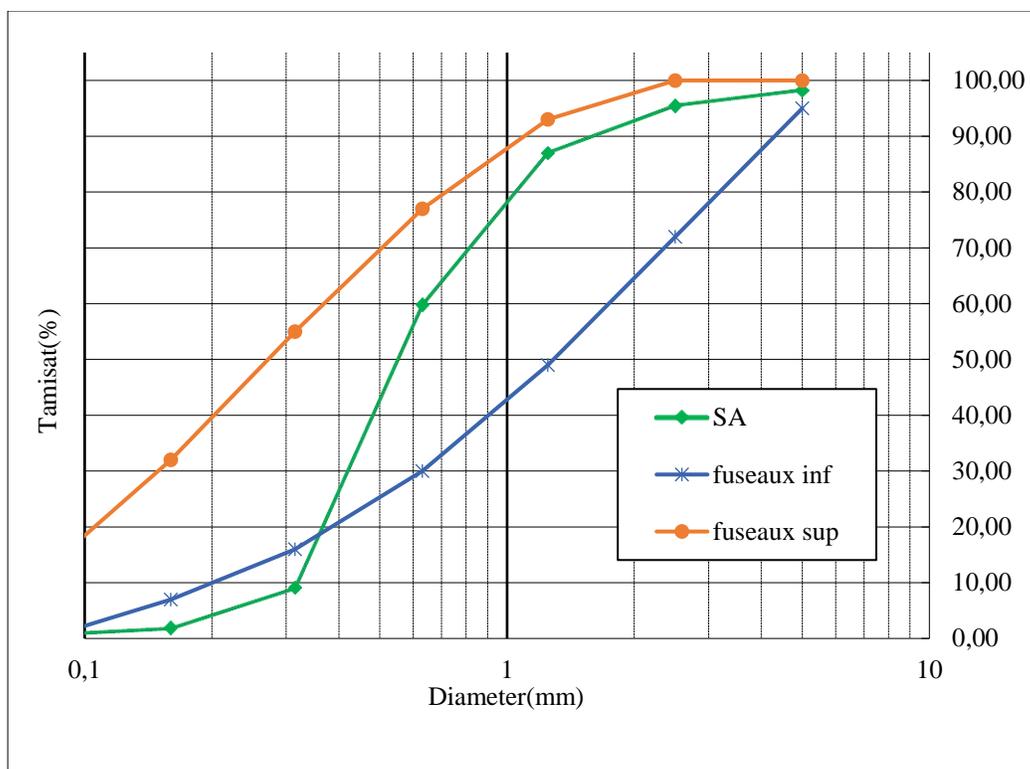


Figure II.1 : Analyse granulométrique du sable alluvionnaire << SA >>.

2eme échantillon sable de dunes.

Tableau II.13 : Analyse granulométrique du sable de dunes << SD >>.

Tamis (mm)	Rufus partial (g)	Rufus cumulus(g)	Percentage Rufus (%)	Percentage Passant (%)	MF (%)
5	0	0	0	100	
2,5	0	0	0	100	
1,25	0	0	0	100	
0,63	0,1	0,1	0,01	99,99	
0,315	10,72	10,82	1,082	98,918	
0,160	889,32	900,14	90,014	9,986	
0,080	97,23	997,37	99,737	0,263	

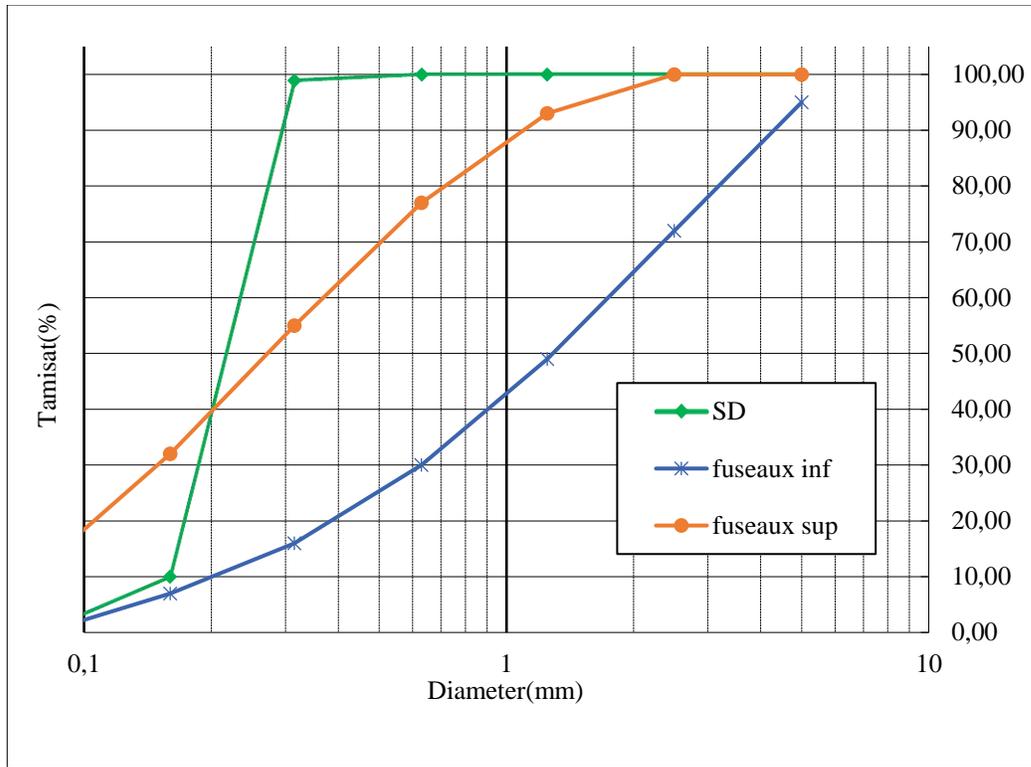


Figure II.2 : Analyse granulométrique du sable de dunes « SD ».



Photo II.10 Analyse granulométrique

### **II.3. Formulation des bétons de sable renforcés de fibres**

Après avoir choisi les constituants utilisés dans la composition des bétons de fibres, et après la détermination de ses propriétés, on procède à la détermination des dosages de chaque composition, et cela dans le but d'avoir une maniabilité acceptable par rapport à la consistance du béton souhaitée [1].

#### **II.3.1. L'essai de maniabilité**

L'essai de maniabilité vise à déterminer la quantité d'eau correspondant au béton plastique.

#### **II.3.2. Formulation du béton de sable témoin**

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 [1].

#### **II.3.3. Formulation des bétons renforcés**

Concernant la formulation du béton de sable renforcé de fibres Polypropylène, nous avons gardé le rapport E/C de la composition de la matrice du béton de sable sans fibres. En se basant sur l'essai de maniabilité au laboratoire on trouve pratiquement les mêmes résultats du rapport E/C pour les bétons sans fibres et ceux avec fibres. La quantité des fibres utilisées varie de 1% et 1.5% en volume, tout en substituant le volume de sable par un même volume de fibres [1].

#### **II.3.4. Composition des bétons utilisés**

Les compositions des échantillons utilisés dans l'étude pour un mètre cube de béton sont :

- Composition du B<sub>1</sub> (100% SD).
- Composition du B<sub>2</sub> (50% SD + 50% SA).
- Les fibres F<sub>1</sub>=18mm et F<sub>2</sub>=12mm.

**Tableau II.14 : Composition du béton.**

Types Bétons	Sable (g)		Ciment (g)	Eau (ml)	Fibres (g)	Plastifiant (g)	E/C
	SD	SA					
B1							
B1_1% F1							
B1_1.5% F1							
B1_1% F2							
B1_1.5% F2							
B2							
B2_1% F1							
B2_1.5% F1							
B2_1% F2							
B2_1.5% F2							

#### II.4. Conclusion

Le travail présenté dans ce chapitre traite les caractéristiques des matériaux utilisés dans la formulation de notre mélange, les conclusions qu'on peut tirer de cette caractérisation sont :

- \_ Le sable alluvionnaire (SA) est caractérisé par une granulométrie étalée qui s'inscrit dans le fuseau recommandé pour les bétons ordinaires.
- \_ Le sable de dunes (SD) est caractérisé par une granulométrie serrée situé hors du fuseau recommandé de sable.
- \_ La composition ayant les proportions (50%SA+50%SD), donne un module de finesse relativement acceptable.
- \_ Pour la formulation du béton de sable renforcé des fibres, nous avons gardé le rapport E/C de la composition de la matrice du béton de sable sans fibres.
- \_ Nous avons choisi des fibres polypropylène dont deux longueurs 12mm et 18mm et avec deux pourcentages sont 1% et 1.5%, pour tester l'effet de de ces fibres et déterminer les meilleurs performances mécaniques des mélanges proposés.

**CHAPITRE: III**  
**RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

## CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATION

### III .1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les différents résultats obtenus lors des essais de caractérisation des bétons de sable et de durabilité à savoir , la perte de masse, et la résistance à la traction par flexion et de la résistance à la compression des bétons de sable dans l'eau et les différents milieux agressifs (5% d'acide chlorhydrique HCl , 5% d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , 5% d'acide nitrique HNO<sub>3</sub>)

### III .2. Perte de masse

#### III .2.1. Perte de masse des éprouvettes conservées en HCl

Après conservation dans l'acide chlorhydrique HCl pendant 28 jours on a estimé la durabilité de notre béton de sable par le calcul de la perte de masse, on a constaté que la perte de masse suit une évolution due aux dégradations de notre béton de sable voir figure III.2 L'action de l'acide sur un béton normal est d'en modifier la structure et la teinte de la surface. Celle-ci devient plus rugueuse (III.1) en raison des différences de résistance à l'acide de ses constituants. Elle devient aussi plus foncée car c'est avant tout la chaux de teinte claire qui est dissoute suite de réaction de la chaux libre dans béton de sable avec l'acide.

Le calcaire réagit avec l'acide chlorhydrique pour former un sel (le chlorure de calcium CaCl<sub>2</sub>) et de l'acide carbonique H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> .On écrit l'équation :



Mais l'acide carbonique H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> est instable à température et pression normale. La molécule se casse pour former de l'eau et du gaz carbonique qui s'échappe en faisant des bulles :



**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 la perte de masse pour les différentes formulations proposées. D'après les résultats obtenus, on peut dire que :

- La correction du sable de dune par le sable alluvionnaire (50% SD + 50% SA), nous donne une résistance à la compression supérieure par rapport à celle du béton réalisé avec 100% SD.
- Pour les bétons sans fibres B2 présente une résistance à la compression plus élevée par rapport à B1
- Les fibres utilisées ont un effet positif sur l'amélioration des propriétés mécaniques du béton.

## CONCLUSION GENERALE

Dans le présent travail, il s'agit d'une étude sur l'influences des caractéristiques mécaniques et physiques du béton de sable avec ajout des fibres polypropylène, ainsi que leur durabilité dans un environnement agressif en utilisant des solutions d'acide chlorhydrique, d'acide sulfurique et d'acide nitrique.

Les bétons de sable sont immergés dans quatre milieux de conservation à savoir :

- Dans les conditions normales (eau).
- Dans 5% de la solution d'acide chlorhydrique Hcl.
- Dans 5% de la solution d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Dans 5% de la solution d'acide nitrique HNO<sub>3</sub>.

\_Pour les échantillons immergés dans l'eau, nous notons que ces derniers ont donné une bonne résistance, et cela est dû à sa réaction positive avec l'eau après 28 jours.

\_ Pour les échantillons immergés dans l'acide chlorhydrique Hcl, nous notons une réduction de la résistance à la compression par rapport au béton témoin, cela est dû à leur interaction négative avec l'acide chlorhydrique, ce qui a conduit à l'érosion de la couche externe des échantillons.

\_Pour les échantillons immergés dans acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, on remarque une diminution relative de la résistance des échantillons du fait de son interaction avec l'acide sulfurique, et la couche externe devient blanche.

\_Pour les échantillons immergés dans acide nitrique HNO<sub>3</sub>, on note que l'acide nitrique était plus agressif envers les échantillons, ce qui a entraîné une diminution significative de sa résistance par rapport aux autres milieux.

\_Quant à l'influence des fibres nous avons remarqué que l'ajout des fibres F2 affiche une amélioration de la résistance à la compression par rapport aux mélanges réalisés avec l'ajout des

fibres F1 pour l'ensemble des bétons excepté le béton B1 conservé dans l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  et B2 conservé dans eau.

\_Les bétons fibrés affichent une amélioration de la résistance à la compression par rapport aux bétons sans fibres.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Kemassi W et Boualati A «Etude des caractéristiques mécaniques de béton de sable de dune renforcé par de fibres issues de déchets industriels » Mémoire de master, Université de Ouargla, 2017/2018.
- [2] Gadri K., ' fibres et résine destine pour la réparation mince des structures', mémoire de magister, université Mohamed khidar biskra, 2007
- [3] Tabet R et Zamaki F.Z «Etude des propriétés mécaniques des bétons de sable de dune avec ajout de poudre d'aluminium issue des déchets industriels » Mémoire de master, Université de Ouargla ,2018/2019.
- [4] La norme NF EN 1008 juillet 2003. Norme En vigueur. Eau de gâchage pour bétons.
- [5] Mohammed Rissel Khalifa. Effet de l'attaque sulfurique externe sur la durabilité des bétons autoplaçants. Architecture, aménagement de l'espace. Université d'Orléans, 2009. Français.
- [6] Balhachemi S et Berrafa F.I «La valorisation de sable de dune (sable de Naama) Durabilité et comportement mécanique »Mémoire de master, Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain Témouchent 2016/2017.
- [7] Joan Pepenar, ' Comportement à la corrosion des constructions en béton armé dans des milieux agressifs acides : études de cas, tests de laboratoire et mécanismes de corrosion', MATEC Web of Conferences 149, 01018 (2018)

Annexe [A]



متين  
Matine

ALGÉRIE



**Ciment pour béton exigeant**

CPJ - CEM II/B 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*  
CPJ - CEM II/B 42.5 N.

*Matine* est certifié, conforme à la norme Algérienne (NA 442) 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.

### 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 	+ X7 	+ X5 	+ X4 	+ 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

#### • Temps de prise à 20° (NA 230)

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

#### • Composition minéralogique du Clinker (Bogue)

	Valeur
C3S (%)	60±3
C3A (%)	7.5±1

#### • Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥ 10.0
28 jours (MPa)	≥ 42.5

#### • 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

### CONSIGNES DE SÉCURITÉ

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

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



#### LAFARGE ALGÉRIE

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



## Annexe [B]

Paramètres physiques –chimiques		CON	N .A	Minéralisation-Globale		CON	N .A
PH			6.5-8.5	Calcium ca <sup>2+</sup>	mg/l	240.48	200
Potentiel redox ELV Mv				Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	161.81	150
Conductivité à 25°C ps/cm		4600	2800	Sodium Na	mg/l	400	200
Turbidité	mg/l			Potassium K	mg/l	23	20
T.D.S %	mg/l	0.172	5	Chlorures cl <sup>-</sup>	mg/l	998.03	500
Salinité				Sulfat so <sub>4</sub>	mg/l	720	400
Oxygène dissous	mg/l	2300		Bicarbonate Hco <sub>3</sub>	mg/l	184.92	
CO. Libre		2.3	8	Carbonate co <sub>3</sub>	mg/l		
Résidu sec à 150°C	mg/l			Silicate Sio <sub>2</sub>	mg/l		
MES à 105°C	mg/l	3076	2000	Dureté totale(HT) caco <sub>3</sub>	mg/l	1270	500
				Dureté l'ennennte caco <sub>3</sub>	mg/l		
				Titre alcalin caco <sub>3</sub>	mg/l		
				Titre alcalin complet caco <sub>3</sub>	mg/l	151.57	
Paramètres pollution		CON	N .A	Paramètres indésirables		CON	N .A
Ammonium NH	mg/l	0.087	0.5	Fer total	mg/l		0.3
Nitrite NO	mg/l	00	0.1	Fer fe <sup>2+</sup>	mg/l	00	0.3
Nitrite NO <sub>2</sub>	mg/l	0	5	Fer fe <sup>3+</sup>	mg/l		0.3
Orthophosphate	mg/l	00	05	MagnanéseM <sup>2+</sup> n	mg/l		0.3
Mal-oxyd-M-Acide	mg/l	00		Aluminium Al <sup>3+</sup>	mg/l		0.5
				Fluore f	mg/l		
Analyses fines			N .A	Paramètres Bactériologiques			N .A
DBO	mg/l			Germes totaux			
DCO	mg/l		0.05	A			
Plomp pb	mg/l		0.01	A		00	
Nickel Ni	mg/l		0.05	Coliformes totaux		00	
Cadmiumcd	mg/l		0.005	Echerichea-coli		00	
Chrome cr	mg/l			Sireptocoques fécaux		brute	
cuivre	mg/l			Clostridium sulf-red			
				Chlore résiduel libre			

## Annexe [C]

## 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

MEDAFLUID 40 (1,5%)	28,5	36,30
---------------------	------	-------

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)	
	Jours	7J

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.

## 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 :

- 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.
- 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 0,67 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

95



Zone industrielle Oued Smar – BP85 Oued Smar – 16270 Alger

Tél : (213) 021 51 66 81 & 82

Fax : (213) 021 51 64 22 & 021 51 65 23 www.granitex.dz - E-mail: granitex@granitex.dz



**MEDAFLUID 40**

## Annexe [D]

## FICHE TECHNIQUE

## Fibre polypropylène



## 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.

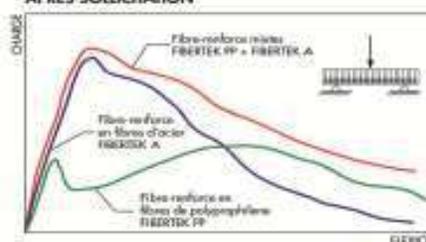
Pour obtenir une résistance plus élevée à la traction que celle correspondant aux bétons sans fibres et donc plus de ressources pour faire face aux contraintes induites par le retrait ; laissez le béton se développer, avec le même degré de maturation. A l'état durci, donc après maturation, la présence 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.

## COMPORTEMENT DE LA FLEXION APRES SOLLICITATION



Marquage CE pour non-structural usage selon EN 14889-2.



## 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 & Bâle :**  
B.P. 201, Zone Industrielle de Sid-Sel-Abbès  
Tél : + 212 (0) 46 78 34 63  
Fax : + 212 (0) 46 70 24 62  
E-mail : info@tekna-chem.com  
www.tekna-chem.com

**Antenne d'Alger :**  
Rue de la Soummam, lot PP 06 ZI David Sear Alger  
Tél/Fax : + 212 (0) 23 82 06 62  
**Antenne de Sétif :**  
Zone d'Activité Artisanale 6<sup>ème</sup> Tranche - Sétif  
Tél : + 212 (0) 26 92 93 10 - Fax : + 212 (0) 26 93 90 60

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



# FICHE TECHNIQUE

## 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 20



**Siège & Usine :**  
 B.P. 302 Zone Industrielle de Sid-El-Abdellah  
 Tél : + 213 (0) 48 70 34 63  
 Fax : + 213 (0) 48 70 34 62  
 E-mail : info@teknachem.com  
 WWW.TEKNA-CHEM.COM

**Bureau d'Algèr :**  
 Rue de la Soummam lot N° 04 Z.I. Oued Smar Alger  
 Tél./Fax : + 213 (0) 23 92 85 62  
**Bureau de Sétif :**  
 Zone d'Activité Artisanale à l'Est-Tranche - Sétif  
 Tél : + 213 (0) 35 93 80 18 - Fax : + 213 (0) 35 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 préliminaires dans ses propres conditions d'emploi ou à faire appel à l'assistance technique de la société. Par conséquent **TEKNA CHEM ALGERIE SAS** décline toutes responsabilités pour l'emploi inapproprié du produit.

