

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



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 : Étude et contrôle des bâtiments et routes.

## Thème

**Contribution à l'étude du comportement mécanique du béton de sable de dunes renforcé par des fibres en plastiques recyclés**

Présenté par :

- DJARI Malak
- BELHADJ Bouchra

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

GHOUGALI Maamar	MCB	Président	UKMO
BAIKER Mohamed Cherif	Doctorant	Examineur	UKMO
BELEFFERAG Allaoua	MCA	Encadreur	UKMO
MEZIANI Nedjma	MAA	Co-encadreur	UKMO

Année Universitaire : 2024/2025

## Remerciement

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 Mr. BELFERRAG Allaoua et Mme. MEZIANI Nedjma et qui ont encadré ce mémoire. Ils nous ont soutenu tout au long de ce travail, leurs disponibilités et toutes nos discussions ont été fructueuses pour l'avancée de ce mémoire 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 mémoire.

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.

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## اهداء

الحمد لله على لذة الإنجاز والحمد لله عند البدء وعند الختام الى والدي الذي اضاء دروبي وطريقي

وقدوتي في كل خطوة اخطوها

الى امي جنتي الحنونة التي وقفت معي ولم تتركني يوما ولا يكتمل يومي بدونها

الى اخواني سليمان وبلال سلمى واميرة

وأصدقائي الذين وقفوا معي دائما وساندوني خلال مسيرتي.

اهديكم جميعا هذا العمل المتواضع وثمره جهدي والله ولي التوفيق

## ملاك جاري

الى من كانوا النور الذي اضاء دربي وسند في كل مراحل تعليمي

الى امي وابي مصدر العطاء وبذرة النجاح وسبب كل ما وصلت اليه شكرا لصلايتكم لدعائكم

ولكل لحظة كنتم فيها خلف ظهري

الى اخوتي واخواتي الذي كانوا دائما الدافع الجميل للاستمرار

الى أصدقائي الذين شاركوني لحظات الفرح والتعب كنتم العائلة التي اختارها قلبي

وأخيرا اهدي هذا الإنجاز الى نفسي لمن صبرت وسهرت وامنت بان الحلم ممكن

هذا التخرج هو ثمرة تعب وسنوات من السعي الحمد لله دائما وابدا

## بلحاج بشرى

## Résumé

Pour des raisons économiques et environnementales, nous avons choisi dans ce travail d'étudier les propriétés mécaniques d'un béton de sable de dunes renforcé par des fibres issus de déchets en plastique. Les résultats de laboratoire ont montré que la granulométrie du sable de dunes ne répond pas aux normes utilisées dans le domaine de la construction. Pour cette raison la correction granulométrique du sable de dunes devient nécessaire, en utilisant le sable alluvionnaire avec des proportions de 60% et 70%. Aussi nous avons pensé à l'ajout de fibres en plastiques ayant des longueurs de 1.5, 3 et 5 cm avec des taux de 0,5 % et 1 %, afin d'évaluer l'effet de ces fibres sur les propriétés mécaniques du béton de sable de dunes. Les meilleurs résultats en compression et en traction ont été obtenus avec le béton réalisé avec la formulation de 70 % sable alluvionnaire (SA) + 30 % sable de dunes (SD), la fibre de longueur 5 cm et une teneur en fibres de 1 %.

**Mots clés :** Sable de dune, Sable alluvionnaire, Béton de sable, Fibres, Déchets en plastiques, Propriétés mécanique.

## Abstract

For economic and environmental reasons, we chose to study the mechanical properties of a dune sand concrete reinforced with fibers from plastic waste. Laboratory results showed that the grain size of the dune sand did not meet the standards used in the construction sector. For this reason, the granulometric correction of the dune sand was necessary, using alluvial sand in proportions of 60% and 70%. We also considered the addition of plastic fibers of lengths of 1.5, 3 and 5 cm, at rates of 0.5% and 1%, in order to evaluate their effect on the mechanical properties of dune sand concrete. The best results in compression and flexure were obtained with concrete composed of 70% alluvial sand (AS) and 30% dune sand (SD), with a fiber length of 5 cm and a fiber content of 1%.

**Keywords:** Dune sand, Alluvial sand, Sand concrete, Fiber, Plastic waste, Mechanical Properties.

## المخلص

لأسباب اقتصادية وبيئية، اخترنا في هذا العمل دراسة الخواص الميكانيكية لخرسانة الرملية المسلحة بألياف من النفايات البلاستيكية. أظهرت النتائج المخبرية أن حجم حبيبات رمل الكثبان لا يفي بالمعايير المستخدمة في مجال البناء. لهذا السبب، أصبح من الضروري تصحيح حجم حبيباته باستخدام رمل الوادي بنسب 60% و 70%. كما فكرنا في إضافة ألياف بلاستيكية بأطوال 1.5 و 3 و 5 سم بمعدلات 0.5% و 1%، وذلك لتقييم تأثير هذه الألياف على الخواص الميكانيكية لخرسانة الرملية. تم الحصول على أفضل النتائج في الضغط والشد باستخدام الخرسانة المصنوعة من تركيبة 70% رمل الوادي و 30% رمل الكثبان، بطول ألياف 5 سم ومحتوى ألياف 1%.

**الكلمات المفتاحية:** رمل الكثبان، رمل الوادي، الخرسانة الرملية، ألياف، النفايات البلاستيكية، الخصائص الميكانيكية

**SOMMAIRE**

Remerciements	
Dédicas	
Résumé	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abreviations et symboles	
Introductions générale	1
<b>Chapitre I recherche bibliographique</b>	
I.1. Introduction	3
I.2. Historique du béton de sable	3
I.3. Composition de béton de sable	4
I.3.1. Sables	5
I.3.2. Ciment	5
I.3.3. Eau	5
I.3.4. Adjuvant	5
I.3.5. Les ajouts	6
I.3.6. Autres ajouts	6
a. fillers	6
b. gravillons	6
c. fibres	6
d. colorants	6
I.4. Résistance mécanique	6
I.4.1. Résistance à la traction	7
I.4.2. Résistance à la compression	7
I.5. Déchets industriels	7
I.5.1. Définition	7
I.5.2. Types de déchets	8
A- déchets banals	8
B- déchets inertes	9
C- déchets organiques	9

D- déchets dangereux	10
I.6. Les fibres	10
I.6.1. Caractéristiques et propriétés des fibres	10
I.6.2. Spécificités des fibres	10
I.6.3. Différents types de fibres	11
A- fibres métalliques	11
B- fibres organiques	11
C- fibres minérales	11
I.7. Déchets de plastiques (PET)	11
I.7.1. Types de PET	12
a- Fibres en plastique	12
b- Fines particules des	12
I.7.2. Valorisation des déchets de PET	12
I.8. Étude bibliographique sur le béton de sable de dunes	13
I.9. Conclusion	14
<b>Chapitre II Caractérisation des matériaux</b>	
II.1. Introduction	16
II.2. Caractéristique des matériaux	16
II.2.1. Sable	16
II.2.1.1. Masse volumique absolue	16
a- but de l'essai	16
II.2.1.2. Masse volumique apparente	17
II.2.2. Équivalent de sable	18
a. Principe de l'essai	18
II.3. Analyse granulométrique	19
II.3.1. Sable de dune	20
II.3.2. Sable de dune corrigé (60%SA+40%SD)	20
II.3.3. Sable de dune corrigé (70%SA+30%SD)	21
II.3.4. Module finesse	21
II.4. Ciment	22
II.4.1. Caractéristique chimique	22
II.5. Eau de gâchage	23
II.6. Les fibres	23

II.6.1. Caractéristiques physiques des fibres utilisées	23
II.7. L'adjuvant	24
II.7.1. caractéristiques de NOVA PLAST 117	24
II.7.2. propriétés de NOVA PLAST 117	24
II.8. Formulation et préparation d'un béton de sable	24
II.9. Formulation des bétons de sable renforcés par des fibres en plastique	25
II.9.1. Composition de béton de sable	25
II.9.2. Préparation et forme de l'échantillon	25
II.10. Les essais de maniabilité	26
II.10.1. Conduite de l'essai	27
II.11. Conclusion	27

### **Chapitre III Résultats et Interprétations**

III.1. Introduction	29
III.2. Résistances mécaniques	29
III.2.1. Résistance à la compression	29
III.2.2. Résistance à la traction	29
III.3. L'effet de la modification granulaire	30
III.3.1. Résistance à la compression	30
III.3.2. Résistance à la traction	31
III.4. L'effet de l'ajout des fibres	31
III.4.1. Résultats de la résistance à la compression	32
III.4.2. Résultats de la résistance à la traction	36
III.5. Étude bibliographique sur le béton de sable de dunes renforcé par fibres en plastique	40
III.6. Conclusion	41
Conclusion Générale	43
Référence bibliographique	45
Annexe	47

**Liste des Tableaux**

**Chapitre I recherche bibliographique**

Tableau.I.1. Dosage et résistances à la traction des bétons de sable de dunes.	7
Tableau.I.2. Les différentes compositions du béton.	13
Tableau.I.3. Les résultats des essais mécaniques à 28J.	13

**Chapitre II Caractérisation des matériaux**

Tableau.II.1. Résultat de la masse volumique absolue.	17
Tableau.II.2. Résultat de la masse apparente.	18
Tableau.II.3. Pourcentage d'équivalent de sable.	19
Tableau.II.4. Module de finesse de différents échantillons.	22
Tableau.II.5. L'analyse chimique du ciment.	23
Tableau.II.6. Caractéristique physique des fibres.	23
Tableau.II.7. Composition du béton de sable avec fibres.	25
Tableau.II.8. Classe consistance selon la durée d'écoulement.	27

**Liste des figures****Chapitre I recherche bibliographique**

Figure. I.1. Les types de déchets solides.	8
--	---

**Chapitre II Caractérisation des matériaux**

Figure. II.1. Courbe d'analyse granulométrique (100% sable de dune).	20
--	----

Figure. II.2. Courbe d'analyse granulométrique (60% SA+40%SD).	20
--	----

Figure. II.3. Courbe d'analyse granulométrique (70%SA+30%SD).	21
---	----

**Chapitre III Résultats et interprétations**

Figure.III.1. Dispositif de rupture en compression.	29
---	----

Figure.III.2. Dispositif pour l'essai de résistance à la traction par flexion (3points).	30
--	----

Figure. III.3. Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions B1, B2 et B3.	30
---	----

Figure. III.4. Variation de la traction du en fonction d'âge pour les compositions B1, B2 et B3.	31
--	----

Figure. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	32
---	----

Figure. III.6. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B2 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	33
---	----

Figure. III.7. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B3 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	33
---	----

Figure. III.8. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	34
---	----

Figure. III.9. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B2 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	35
---	----

Figure. III.10. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B3 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	36
--	----

Figure. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	36
---	----

Figure. III.12. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B2 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	37
---	----

Figure. III.13. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B3 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%.	38
---	----

## SOMMAIRE

---

Figure. III.14. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	48
Figure. III.15. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B2 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	39
Figure. III.16. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B3 avec et sans fibres avec un dosage de 1%.	40

**Liste des photos**

**Chapitre I Recherche bibliographique.**

Photo. I.1. Phare de Port-Saïd Égypte.	3
Photo.I.2. Déchets banals.	9
Photo.I.3. Déchets inertes.	9
Photo.I.4. Déchets organiques.	10
Photo.I.5. Déchets dangereux.	10

**Chapitre II Caractérisation des matériaux.**

Photo.II.1. Essai de la masse Volumique absolue.	1
Photo.II.2. Essai de la masse volumique apparente.	17
Photo.II.3. Essai d'équivalent de sable.	19
Photo.II.4. Essai d'analyse granulométrique.	19
Photo.II.5. Ciment usagé.	22
Photo.II.6. La géométrie des fibres plastiques.	23
Photo.II.7. Plastifiant usagé.	24
Photo.II.8. Le moule utilisé.	26
Photo.II.9. La table vibrante.	26
Photo.II.10. Conservation des éprouvettes dans l'eau.	26
Photo.II.11. Essai de maniabilité.	26

**Liste des abreviations et symboles**

<b>PET</b>	Polyethylene Terephthalate.
<b><math>\rho^a_{as}</math></b>	Masse volumique absolue.
<b>ms</b>	Masse sèche du granulat.
<b>Vs</b>	Volume réel occupé par les particules solides, sans les vides.
<b><math>\rho_{app}</math></b>	Masse volumique apparente.
<b>m</b>	Masse de l'échantillon.
<b>v</b>	Volume de l'échantillon.
<b>ES</b>	Equivalent de sable.
<b>h<sub>1</sub></b>	Sable propre + éléments fins.
<b>h<sub>2</sub></b>	Sable propre seulement.
<b>Mf</b>	Module de finesse.
<b>Rc</b>	Refus cumulé en (%).
<b><math>\sigma</math></b>	Contrainte maximale de resistance à la traction.
<b>F</b>	Charge appliquée.
<b>L</b>	Longueur qui sépare les deux appuis en (mm).
<b>b</b>	Coté de l'éprouvette égale à 4cm.

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Aujourd'hui le béton occupe une importante place dans le domaine du génie civil, son intérêt réside de sa grande facilité de mise en œuvre, sa résistance en compression, sa durabilité, son ouvrabilité et son coût acceptable. Le béton est un matériau fabriqué à partir de trois composants principaux : sable, gravier et liant. L'objectif de notre étude portera sur l'adoption du sable de dune dans la composition de béton destinée à la réalisation de différentes constructions et ouvrages. Cependant, le sable de dunes présente des anomalies du fait de sa granulométrie très fin, pour cela nous avons pensé à la correction de sa granulométrie en utilisant le sable alluvionnaire.

Les déchets plastiques sont composés d'emballages et d'autres produits. Au niveau mondial, 15 % des déchets plastiques sont collectés pour être recyclés, 25 % sont incinérés et 60 % sont mis en décharge. En Europe, en 2018, 29 millions de tonnes de déchets plastiques ont été collectés, dont 61 % d'emballages. Depuis 2016, le taux de recyclage de l'ensemble des déchets plastiques dépasse le taux d'élimination [1].

Le Sahara Algérien représente 90% de l'espace national et connu pour son exceptionnel abondance en dunes de sable. Le but de la présente recherche consiste à l'utilisation du sable de dunes dans le domaine de la construction particulièrement dans les zones du sud. Par conséquent nous avons tenté d'étudier un béton réalisé à partir de sable de dunes renforcé par un déchet en plastique. Plusieurs essais ont été réalisés pour enfin aboutir au choix des trois formulations suivantes :

Formulation 1 : utilisation de 100% de sable de dunes.

Formulation 2 : utilisation de 60% sable alluvionnaire et 40% sable de dunes.

Formulation 3 : utilisation de 70% sable alluvionnaire et 30% sable de dunes.

Pour essayer de répondre à ces questions nous avons étudié l'influence de ces modifications sur les caractéristiques mécaniques (traction et compression).

L'objet principal de cette étude est de contribuer à la valorisation de déchet de plastique dans la fabrication du béton, cela permet donc d'éliminer les déchets par recyclage ce qui conduit à la protection de l'environnement.

Ce travail de mémoire est subdivisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est une analyse bibliographique sur le béton de sable de dune et les différents travaux de recherches et Dans le deuxième chapitre nous avons abordé la caractérisation des différents constituants utilisés et les procédures d'essai effectué sur les bétons préparés. Et pour terminer le dernier chapitre est consacré à la présentation et l'interprétation des résultats. En fin l'étude se termine par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

## **Recherche Bibliographique**

## I.1. Introduction

Le béton de sable est un béton composé de sable, de ciment, d'eau et/ou de gravier fin. Pour répondre aux besoins d'applications spécifiques, d'autres additifs tels que des adjuvants, des fibres, du gravier, etc. Ce mélange est principalement composé de sable et diffère du mortier utilisé pour les joints et les enduits. Utilisé dans la fabrication d'éléments de structure, dans les secteurs de la construction et du génie civil, ce béton doit posséder une résistance suffisante, liée à la cohésion des composants mélangés. Dans ce chapitre, nous aborderons le béton de sable et sa composition, ainsi que les types de fibres qui le composent.

## I.2. Historique du béton de sable

Le béton de sable est un matériau ancien, utilisé bien antérieurement au béton traditionnel d'aujourd'hui. Il trouve ses origines au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle c'est à dire au début du développement du ciment armé.

En 1853 l'ingénieur François COIGNET a conçu ce qu'il appelait le béton aggloméré.

Il s'agissait, en effet d'un mélange sans caillou, de cendres de scories de charbon brûlé, de terre argileuse cuite et pilée, de chaux hydraulique naturelle et d'eau en faible quantité

Il construit pour sa famille une vaste maison à saint Denis (Nord de Paris France) entièrement édifié en béton aggloméré.

En 1869, le phare de Port-Saïd en Égypte de 52 mètres de hauteur fut construit en béton de sable de plage avoisinante et chaux importée de France. [2]



Photo I.1 : le phare de Port-Saïd en Égypte

A partir de l'année 1910, avec le développement du béton à gros granulats et le remplacement de la chaux par le ciment, le béton aggloméré, ancêtre du béton de sable tombait en désuétude, sauf l'union soviétique qui ne cessa de réaliser des diverses constructions avec des bétons composés essentiellement de sable et d'un ou deux liants.

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. [3]

Dans les années soixante-dix, notamment en France on constatait que les sables provenant de concassage des roches massives sont excédentaires, alors les extractions de granulats dans les lits des fleuves et des rivières compromettent les équilibres écologiques avec des conséquences, irréversibles. Dans ce contexte s'ouvre la réflexion sur la formulation des nouveaux bétons de sable qui utiliseraient les ressources peu exploitées, ou complètement abandonnées et présenteraient des caractéristiques comparables à celles des bétons traditionnels.

A partir des années quatre-vingt, après le succès des premières applications de ce béton à l'initiative du laboratoire régional des ponts et chaussées de Bordeaux, et qui ont trouvé un écho auprès des autres organismes, que le béton de sable retrouve son grand intérêt au stade où on a enregistré un projet national appelé SABLOCRET [1], pour la promotion et le développement de ce matériau.

Mais promouvoir le développement de l'usage courant des bétons de sable nécessite de regrouper les initiatives et l'élaborer un solide programme de travail permettant d'enrichir les connaissances sur le matériau, son comportement et ses modes de mise en œuvre.[2]

### **I.3. Composition de béton de sable**

Le béton est un matériau de construction essentiel largement utilisé grâce à sa solidité et sa durabilité. Il est généralement composé de ciment, d'eau, de sable et de gravier (granulats). Toutefois, dans certaines applications spécifiques, on utilise un type de béton particulier appelé béton de sable (béton sans gravier), qui est formulé principalement avec du sable en remplacement des granulats grossière.

### I.3.1. Sables

Les sables utilisables sont ceux conformes aux spécifications des bétons classiques, mais des sables considérés non performants peuvent également être employés. Les sables sont de quatre origines :

- Les sables alluvionnaires propres : ils s'épuiseront à terme.
- Les sables marins : leur exploitation est peu développée.
- Les sables géologiques anciens : généralement mal gradués et pollués, ils sont appelés à remplacer les sables alluvionnaires fluviaux. Le sable de dunes (sable éolien) pourrait être classé dans cette catégorie de sable.
- Les sables de concassage et de broyage de roches massives : les fines de calcaire par exemple : Le sable de dune est considéré comme un sédiment détritique meuble composé, en l'absence totale de ciment, de grains jointifs mais libres, dont la taille est comprise entre 64µm et 2 mm (Pettijohn, 1987). La valeur de cet intervalle diffère d'ailleurs suivant les auteurs : entre 20µm et 2 mm pour (Folk et al, 1957) [4].

### I.3.2. Ciment

Le ciment utilisé pour la confection des bétons de sables doit être conforme à la norme NF P15-301. Les dosages I.5. Déchets industriels I.5.1. Définition : La préservation du patrimoine écologique représente un enjeu capital au niveau international. Dans ce contexte, maîtriser les risques croissant de pollution sur divers aspects (sols, nappes phréatiques, ...), et leurs effets sur l'environnement, est devenu une nécessité.[4] ciment sont proches des bétons ordinaires (300 à 400kg/m<sup>3</sup>) [32]. Il est à noter que pour un même usage, le dosage en ciment pour les bétons de sable est généralement plus élevé que les bétons classiques. [5].

### I.3.3. Eau

Pour convenir à la confection de béton les eaux ne doivent contenir ni composés risquant d'attaquer chimiquement le ciment, les granulats ou les armatures, ni particules en suspension dont la quantité pourrait modifier ses qualités originelles. La norme P 18-303 limite à cet effet le pourcentage de matières en suspension à 2 ou 5 g/l et la teneur en sels dissous à 15 ou 30 g/l suivant la nature du béton, spécifications qui ne différencient pas les éléments nocifs même en très faible pourcentage de ceux qui en pourcentage éventuellement plus important ne le sont pas.[3].

### I.3.4. Adjuvant

Un adjuvant est un produit dont l'incorporation à faible dose (inférieure à 5 % de la masse du ciment) aux bétons, mortiers ou coulis, lors du malaxage ou avant la mise en œuvre, provoque les modifications des propriétés du mélange, à l'état frais ou durci.

Les adjuvants font l'objet de la norme NF EN 934, partie 2 : Adjuvants pour béton, mortier et coulis.[6]

### **I.3.5. Les ajouts**

Dans le béton de sable, avec l'absence des gros granulats, le dosage habituel en ciment nécessaire à la rigidité ne suffit pas pour l'optimisation de la compacité, d'où la nécessité des autres fines que les ciments et qui sont les fines d'ajout ou d'addition.[2].

### **I.3.6. Autres ajouts**

En plus des éléments cités, qui constituent les principaux éléments, d'autres ajouts peuvent être employés afin d'apporter certaines qualités recherchées à un usage donné.[2]

#### **a) 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 [3, 2]. 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 [5].

#### **b) Gravillons**

Possibilité d'utilisation de granulats 0/15 comme constituants dans le béton de sable à condition que le rapport massique G/S ne devrait pas dépasser 1 [32] dans le but d'améliorer certaines caractéristiques mécaniques et rhéologiques (résistance, maniabilité, retrait, ...) [5]

#### **c) Fibres**

Les fibres sont utilisées comme renfort au sein d'une matrice afin de contribuer à l'amélioration de la résistance à la traction et pour diminuer le phénomène du retrait au jeune âge. [5].

#### **c) Colorants**

Dans certains usages particuliers du béton de sable, les colorants utilisés dans le béton classiques peuvent également être utilisés, à condition de prendre soin de l'homogénéisation et la stabilité de la teinte au cours du temps, pour cela il est recommandé de procéder à une formulation appropriée à ce cas.[2]

## **I.4. Résistance mécanique**

La résistance mécanique désigne la capacité d'un matériau ou d'un objet à supporter des contraintes (forces, pressions, chocs) sans se rompre, se déformer ou se détériorer. Elle se décline en plusieurs types, selon le type de sollicitation :

Résistance à la traction : capacité à résister à une force qui tend à étirer le matériau.

Résistance à la compression : capacité à résister à une force qui tend à écraser.

#### I.4.1. Résistance à la traction

Diverses études ont été réalisées concernant la résistance à la traction des bétons de sable, nous citons les travaux réalisés par CHAOUCH [7], sur quatre types de bétons de sable de dunes dont leurs compositions ainsi que leurs résistances à la traction sont présentées dans le tableau (I.1) suivant :

Tableau (I.1) : Dosage et résistances à la traction des bétons de sable de dunes [7]

constituants	Dosage en kg/m <sup>3</sup>				Résistance à la traction en bars à 28jours			
	Composition				Composition			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Ciment</b>	350	400	350	300	10.25	15.67	11.50	10.67
<b>Sable de dunes</b>	1505	1420	1470	1560				
<b>Eau</b>	245	280	280	240				
<b>E/C</b>	0.7	0.7	0.8	0.8				

D'après les résultats donnés dans le tableau (I.1), Nous observons que la résistance à la traction des bétons de sable de dunes est relativement plus faible que celle du béton normal.

#### I.4.2. Résistance à la compression

Concernant la résistance à la compression des bétons de sable, et d'après les travaux de CHAOUCH [7], qui a été constaté que les valeurs de la résistance à la compression des quatre types de bétons de sable de dunes, cités précédemment, sont respectivement 140.61, 165.67, 149.41, 144.56 (bars). Ce qui nous permis de conclure, que ces derniers présentent aussi une résistance à la compression relativement inférieure par rapport à celle d'un béton normal.[5].

### I.5. Déchets industriels

#### I.5.1. Définition

Les déchets industriels sont les déchets produits par les activités des entreprises industrielles, artisanales ou commerciales. Ils peuvent être solides, liquides ou gazeux, et résultent de la fabrication, de la transformation, de l'entretien ou du nettoyage. On distingue généralement deux grandes catégories :

- Déchets industriels non dangereux (DIND) : semblables aux déchets ménagers (cartons, plastiques, bois, métaux, etc.), mais en plus grandes quantités.
- Déchets industriels dangereux (DID) : contiennent des substances nocives pour la santé ou l'environnement (solvants, huiles usées, acides, métaux lourds, etc.) et nécessitent un traitement spécifique.

La gestion de ces déchets est strictement encadrée par la réglementation pour éviter les risques de pollution et favoriser le recyclage ou la valorisation énergétique.

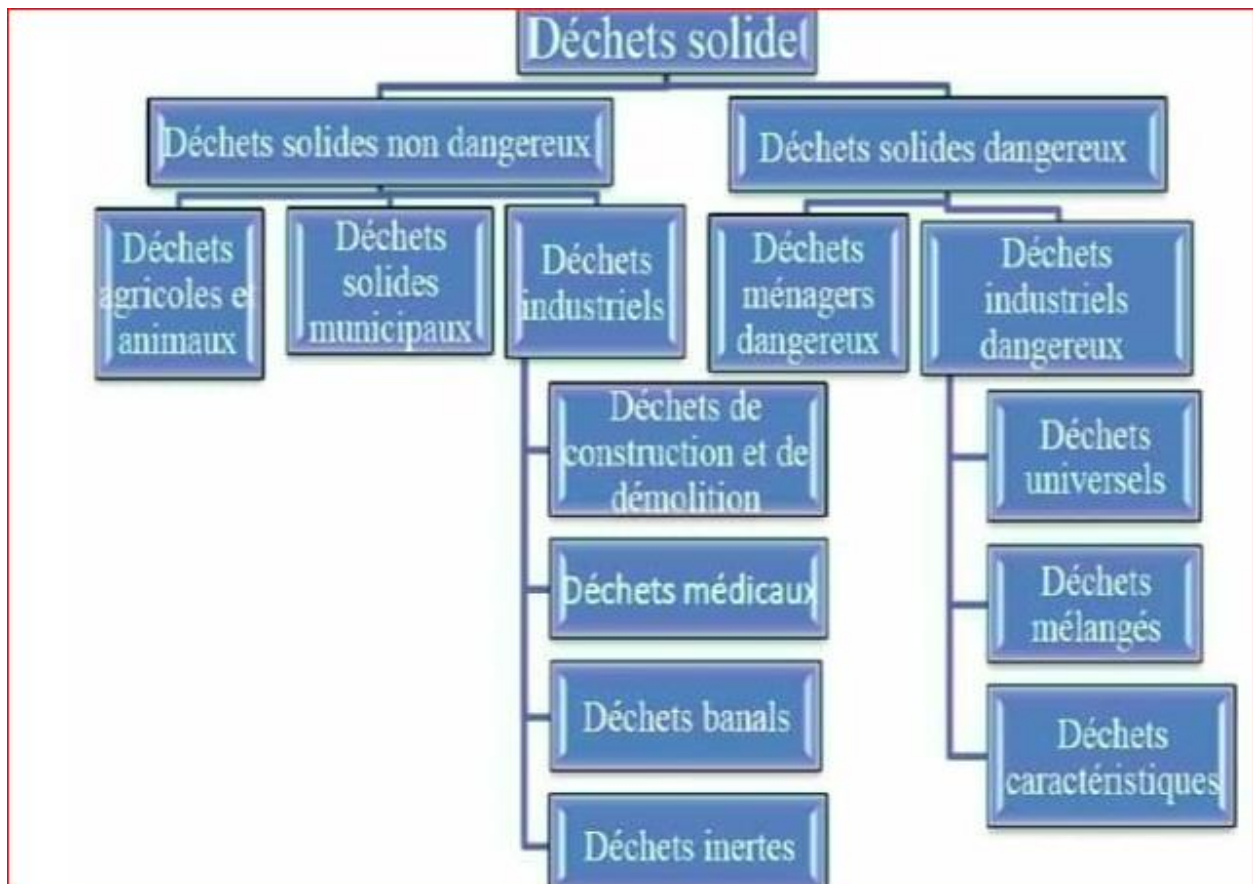


Figure (I.1) : Les types de déchets solides

### I.5.2. Types de déchets

Dans le cadre de travaux de génie civil, on distingue trois catégories principales de déchets : les déchets inertes, les déchets banals et les déchets dangereux.

#### A- déchets banals

Ce sont des déchets qui ne contiennent pas de substances toxiques ou dangereuses. Ce sont des déchets ménagers et les déchets qui leur sont assimilables et peuvent être traités de la même façon. Ce sont les emballages, les déchets de bois, de plastiques... [5].



Photo (I.2). Déchets banals

### B- déchets inertes

Ce sont des déchets composés d'éléments minéraux qui n'évoluent pas dans le temps (non putrescibles) et qui ne contiennent pas de substances toxiques ou dangereuses. Ce sont les gravats, résidus d'activité extractive.[5]



Photo (I.3). Déchets inertes

### C- déchets organiques

Sont des déchets provenant de matières naturelles ou vivantes, comme les restes de nourriture, les plantes ou toute matière biodégradable. Ces déchets peuvent se décomposer naturellement et être utilisés pour produire du compost ou de l'énergie biologique.



Photo (I.4). Déchets organiques

## D- déchets dangereux

Les déchets dangereux sont une des catégories de déchets définies par la législation propre à chaque pays, qui s'oppose à la catégorie des déchets non dangereux. Ils se caractérisent par leur dangerosité pour l'environnement ou la santé à travers leurs effets directs ou indirects à court, moyen ou long terme. [8].



Photo (I.5). Déchets dangereux

## I.6. Fibres

### I.6.1. Caractéristiques et propriétés des fibres

Chaque fibre présente des caractéristiques et des propriétés spécifiques : dimensions (diamètre inférieur en général à 1 mm, longueur en général inférieure à 60 mm...), formes (lisses, crantées, ondulées, biondulées, à crochet...), résistances mécaniques (résistance à la traction), ce qui génère des performances mécaniques et des propriétés très variées. [6]

### I.6.2. Spécificités des fibres

Pour faciliter leur utilisation, les fibres doivent :

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

Pour améliorer les performances des bétons, elles doivent :

- Être flexibles sans être fragiles.
- Être relativement longues et fines.
- Présenter une grande surface spécifique.
- Offrir une bonne capacité de déformation.
- Assurer un bon ancrage dans le béton.
- Présenter une bonne adhérence avec la pâte de ciment. [6]

### **I.6.3. Différents types des fibres**

La gamme des fibres disponibles s'élargit régulièrement : fibres métalliques, fibres de verre, fibres polymères, fibres longues, courtes, flexibles, ondulées, inoxydables... et offre un vaste choix de caractéristiques, de performances et donc de domaines d'emploi.

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

#### **A- fibres métalliques**

- Acier.
- Inox.
- Alliage amorphe.

#### **B- fibres organiques**

- Polypropylène
- Polyéthylène.
- Polyamide (nylon).

#### **C- fibres minérales**

- Verre.
- Carbone.

### **I.7. Déchets de plastiques (PET)**

Depuis ces vingt dernières années, les déchets en matières plastiques représentent une part importante des déchets solides municipaux. De plus, ils posent un sérieux problème à cause de leur durée de vie, leur quantité et parce que se sont des déchets voyants. Leur gestion est donc nécessaire

que ce soit d'un point de vue environnemental, économique ou social, La consommation des matières plastiques ne cessent d'augmenter dans le monde y compris dans l'Algérie, et cela à cause de leur utilisation dans divers domaines : emballage, automobiles, construction...etc. Ces matières génèrent après utilisation un grand volume de déchets dans les décharges. [9]

### **I.7.1. Types de PET**

#### **a- Fibres en plastique**

On les trouve sous des formes et des dimensions diverses. Parmi les fibres les plus utilisées dans le renforcement des matériaux du Génie Civil et les Travaux Publics on peut citer: Les fibres de polypropylène, d'amiantes, de carbone, de verres, les fibres végétales et métalliques. Ils existent les mono filaments PET qui peuvent être soit signalables, soit non flagellables, droits ou sertis, avec différents profils et diamètres, allant de 0,12 mm à 2,00 mm. [5]

#### **b- Fines particules des PET**

On obtient la poudre des bouteilles de PET par l'écrasement de sa dernière. Les tailles moyennes des particules de PET étaient respectivement de 0,26 et 1,14 cm (respectivement petits et grands) et ont été estimées sur la base de mesures effectuées sur des micrographies au moyen d'une loupe électronique. [10]

#### **c- Agrégats**

Le granulé en plastique est produit à partir de flops en plastique. Ce matériau est constitué de prédécesseurs et des grains de PET de taille égale, exempts de niveau microscopique. Ils existent :

- Le granulat déchiqueté (une forme angulaire)
- Agrégats de PET fins et grossiers.
- Agrégat de PET en forme de pastille. [11]

### **I.7.2. Valorisation des déchets de PET**

La valorisation ou le recyclage des déchets plastique est très vaste à cause de la diversité de leurs types et de leur procédé de recyclage. Elles représentent jusqu'à 30% de la masse totale des ordures ménagères. Malheureusement, la multiplicité des types de matières plastiques, l'incompatibilité de certains polymères entre eux et la difficulté de reconnaître et de séparer les différents polymères induisent de nombreux problèmes au niveau, notamment, du tri sélectif, en particulier pour les déchets plastiques de post-consommation. Les études antérieures ont montré qu'il était possible d'utiliser les déchets plastiques dans les bétons et même d'autres types de déchets comme les granulats recyclés de démolition et ou de construction.[12]

On peut valoriser des déchets plastiques :

- Pour la fabrication des matériaux de construction tels que la tuile, la brique et le pavé autobloquant.
- Pour produire de nouveaux matériaux, tels que les composites de ciment en substituant le PVC, le polystyrène, le polypropylène, ou les PET sous forme de fibre, de poudre ou d'agréats dans le but d'améliorer certaines propriétés. Cette méthode apparaît comme l'une des meilleures solutions pour l'élimination des déchets plastiques, en raison de son avantage économique et écologique.

### I.8. Étude bibliographique sur le béton de sable de dunes

Certains des résultats précédents ont été menés sur le sable de dunes.

- En 2004 BENTATA Aissa présente une étude expérimentale d'un béton avec le sable de dune.

Tableau I.2. Les différentes compositions du béton.[13]

Composition du béton	SD (kg/m <sup>3</sup> )	SA (kg/m <sup>3</sup> )	G(3/8) (kg/m <sup>3</sup> )	G(8/15) (kg/m <sup>3</sup> )	L'eau (kg/m <sup>3</sup> )	Ciment (Kg/m <sup>3</sup> )	E/C
100% SA	/	690	289	832	210	400	0.52
75% SA + 25% SD	168	586	307	832	210	400	0.52
50%SA+50%SD	330	330	316	832	210	400	0.52
75% SA + 25% SD	468	156	344	832	210	400	0.52
100% SD	586	/	380	832	210	400	0.52

Tableau I.3. Les résultats des essais mécaniques à 28 j. [13]

Composition du béton	Traction (MPa)		Compression (MPa)	
	air	eau	air	eau
100% SA	2.5	2.4	31	29
75% SA + 25% SD	2.2	2	24	23
50%SA+50%SD	2.6	2.5	27	23
75% SA + 25% SD	2.4	2.4	24	22
100% SD	2.5	2.4	24	20

D'après les résultats menés en Tableau I.2 on peut observer les constatations suivantes :

- \* Le béton témoin toujours présente une meilleure résistance à la compression à 28 jours.

\* La cure et le milieu de conservation maintiennent la même variation pour les différents types des bétons, ce qui montre l'indépendance entre l'hydratation de ciment et la qualité du sable utilisé.

\* L'augmentation de dosage en sable de dune dans la composition du béton, crée une diminution en résistance à la compression du béton [13].

La variation de la résistance à la traction des différents bétons en fonction de l'âge d'essais, et la variation de  $f_{t28}$  en fonction de type de béton dans les différentes cures. Les principales remarques qu'on tire des résultats c'est que les valeurs de la résistance à la traction restent invariables dans tous les types des bétons. Les résultats restent presque voisins à celles présente par le béton témoin [13].

### **I.9. Conclusion**

Cette étude bibliographique met en évidence L'importance de l'utilisation du sable de dune dans la conception des formulations béton, en raison de ses propriétés physiques acceptables et de sa disponibilité dans certaines régions. Bien que les résultats de recherche dans ce domaine demeurent limités, les données actuelles suggèrent que le béton de sable peut représenter une alternative technique et économique au béton traditionnel dans certaines applications non structurelles ou à faible sollicitation structurelle.

Le béton de sable est principalement composé de ciment, de sable de dune, d'eau, ainsi que d'additifs chimiques ou minéraux visant à améliorer la maniabilité et les performances mécaniques. L'incorporation de fibres dans ce type de béton contribue à renforcer sa résistance à la traction et à réduire le retrait, en tenant compte du fait que les caractéristiques géométriques des fibres varient selon leur nature (plastique, métallique, etc.) et leurs dimensions. Il est à noter que l'utilisation du béton de sable, ainsi que du béton armé de fibres plastiques, est une pratique connue depuis des décennies dans le domaine de la construction, notamment pour les ouvrages nécessitant une réduction de poids et une meilleure résistance à la fissuration. Sur la base de ces considérations, nous proposons dans cette étude d'examiner un béton de sable renforcé par des déchets plastiques, dans le but d'améliorer ses performances mécaniques et environnementales à travers l'intégration de matériaux recyclés, conformément aux objectifs du développement durable dans le secteur du bâtiment.

# **Chapitre II**

## **Caractérisation des matériaux**

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons les propriétés des différents composants entrant dans la composition et la fabrication du béton de sable. La résistance mécanique du béton, qu'il soit conventionnel ou spécifiquement conçu pour le béton de sable, nécessite une sélection rigoureuse et une utilisation optimale des matériaux appropriés pour atteindre la résistance souhaitée. Le béton de sable fibré est principalement composé d'eau, de ciment, de sable et de fibres (plastiques) ajoutées pour améliorer certaines propriétés mécaniques, telles que la résistance à la traction et à la compression. Ces matériaux doivent être conformes aux agréments techniques autorisant leur utilisation dans le béton, et leur conformité est vérifiée par plusieurs essais, notamment l'équivalent en sable, la masse volumique apparente et absolue, et l'analyse granulométrique.

## II.2. Caractéristique des matériaux

### II.2.1. Sable

Dans cette étude nous avons utilisé un sable alluvionnaire (SA) issu de la région de Djamaa wilaya d'El mghaier et sable de dune (SD) issu de la région de Ain-El Beida wilaya de Ouargla.

#### II.2.1.1. Masse volumique absolue

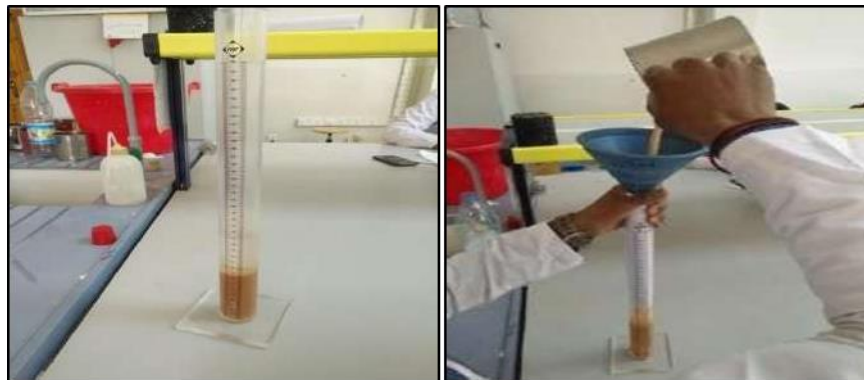


Photo II.1. Essai de la masse volumique absolue

Selon la norme NF EN 1097-6 [14] pour les granulats, cet essai est la masse par unité de volume de la matière qui constitue le granulat, sans tenir compte des vides pouvant exister dans ou entre des grains.

**a-but de l'essai**

Cet essai a pour but de déterminer la masse d'une fraction granulaire, notamment lors de l'élaboration d'une composition de béton. Ce paramètre permet, en particulier, de calculer la masse ou le volume des différentes classes granulaires à mélanger afin d'obtenir un béton répondant à des caractéristiques précises et imposées.

La masse volumique absolue est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$\rho = m_s / V_s \dots\dots\dots (2.1)$$

Où :

- $\rho$  est la masse volumique absolue (en  $\text{kg/m}^3$ ).
- $m_s$  est la masse sèche du granulat (en kg).
- $V_s$  est le volume réel occupé par les particules solides, sans les vides (en  $\text{m}^3$ ).

Tableau II.1. Résultat de la masse volumique absolue

Types du sables	Masse volumique absolue ( $\text{g/m}^3$ )
Sable de dune	2.55
Sable alluvionnaire	2.6

**II.2.1.2. Masse volumique apparente**

Photo II.2. Essai de la masse volumique apparente

Selon la norme NF EN 1097-6 [15] pour les granulats, la masse volumique apparente d'un mètre cube du matériau pris en tas, comprenant à la fois des vides perméables de la particule ainsi que les vides entre particules.

On détermine la masse volumique apparente par la formule suivante :

$$\rho = m/v \dots \dots \dots (2.2)$$

Où :

$\rho$  : Masse volumique apparente

M : Masse de l'échantillon

V : Volume de l'échantillon

Tableau II.2. Résultat de la masse volumique apparente.

Types du sables	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dune	1.35
Sable alluvionnaire	1.49

### II.2.2. Équivalent de sable

Selon la norme NFP 18-598 [16], 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.

#### a- 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

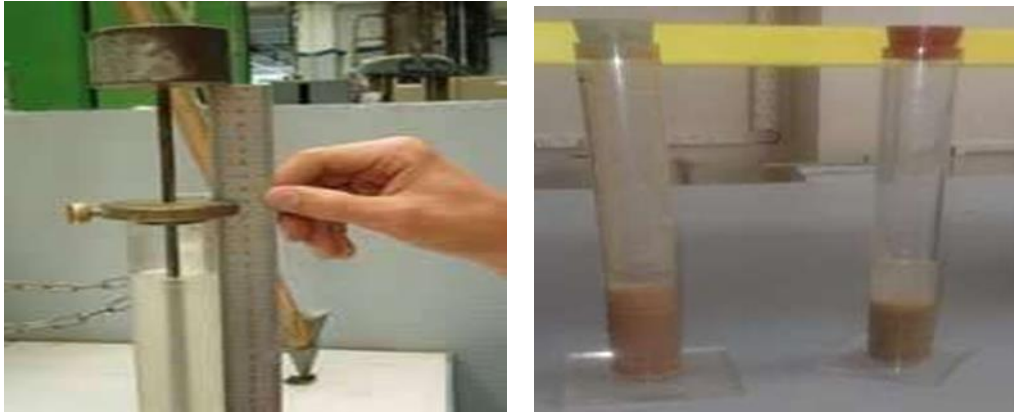
Éléments suivants :

- hauteur H1 : sable propre + éléments fins.
- hauteur H2 : 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 :

$$ES = \frac{h_1}{h_2} \times 100 \dots \dots \dots (2.3)$$

Selon que la hauteur H2 est mesurée visuellement ou à l'aide d'un piston, on détermine ESV (équivalent de sable visuel) ou ES<sub>p</sub> (équivalent de sable au piston).



**Photo II.3. Essai d'équivalent de sable.**

Le résultat des essais concernant L'équivalent de sable sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.3. Pourcentage d'équivalent de sable.

Nature de sable	Piston (%)	Visuel (%)	Observation
Sable de dune	92.48	99.51	Sable très propre
Sable alluvionnaire	86.67	87.39	Sable très propre

**II.3. Analyse granulométrique :**



**Photo II.4. Essai d'analyse granulométrique.**

Selon la norme NF P 18-560 [17], Les courbes granulométriques des différents granulats peuvent être déterminées par l'essai de l'analyse granulométrique.

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.

**II.3.1. Sable de dune**

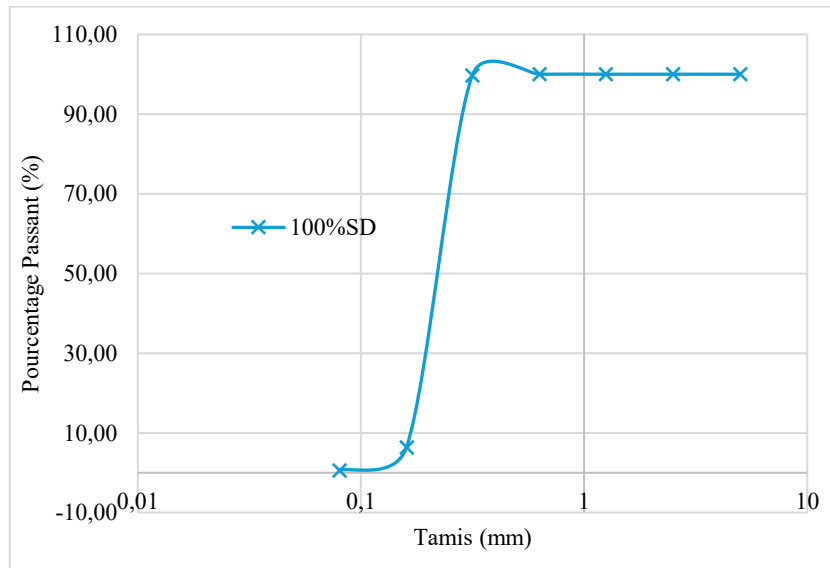


Fig.II.1. Courbe d'analyse granulométrique (100%SD).

**II.3.2. Sable de dune corrigé (60%SA+40%SD)**

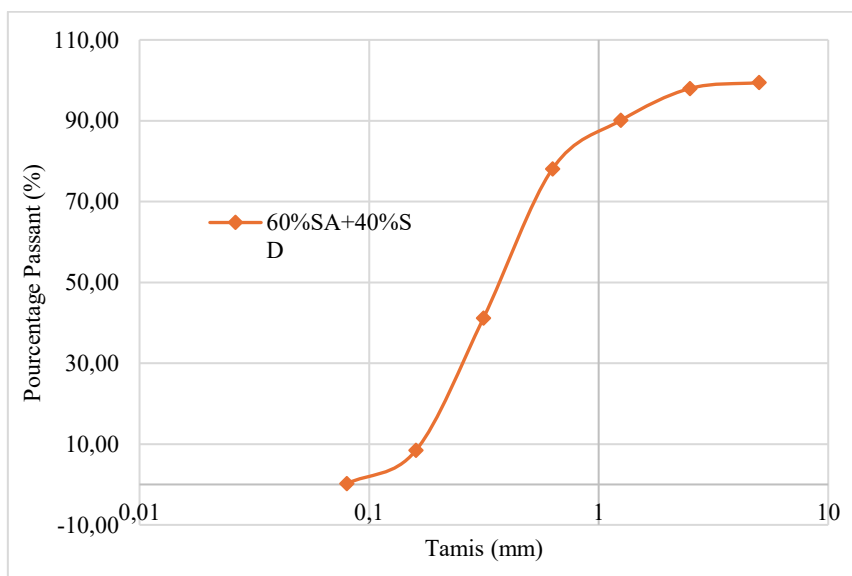


Fig.II.2. Courbe d'analyse granulométrique (60%SA+40%SD).

**II.3.3. Sable de dune corrigé (70%SA+30%SD)**

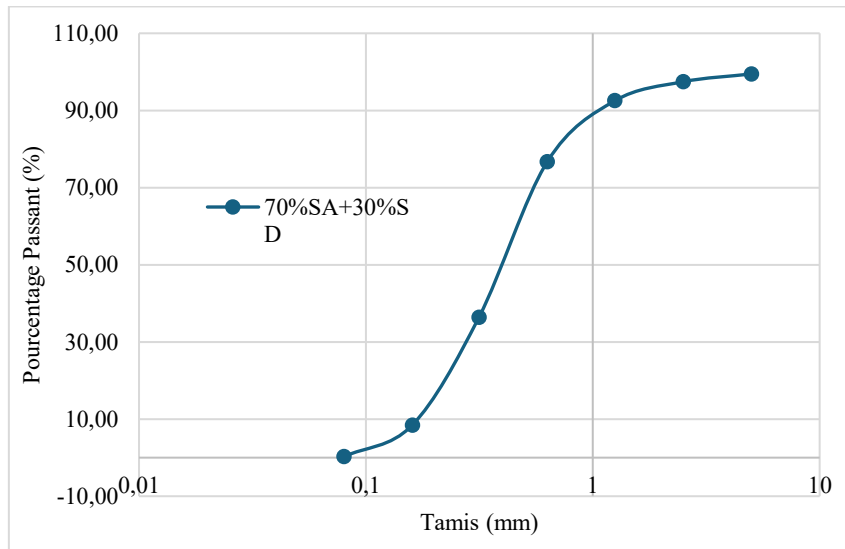


Fig.II.3. Courbe d’analyse granulométrique (70%SA+30%SD).

**II.3.4. Module finesse**

Selon la norme NF P 18 304 [18], Le module de finesse d’un sable est égal au centième de la somme des refus exprimés en pourcentage pondéral sur les différents tamis de la série suivante : (5) – (2.5) – (1.25) – (0.63) – (0.315) – (0.16),

il est donné par la relation suivante :

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100} \dots\dots\dots (2.4)$$

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.
- 2.8 et 3.3: le sable est un peu grossier.

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

Tableau II.4. Module de finesse des différents échantillons.

	Module de finesse $M_f$	Classement des sables
SD	0.94	Sable très fin
(60%SA+40%SD)	1.85	Sable fin
(70%SA+30%SD)	1.90	Sable fin

#### II.4. Ciment

Le ciment utilisé est un ciment CEM II/ A-L42.5N [GICA], conforme aux normes algériennes N442. Le ciment a été fourni par le Complexe Industriel du Ciment Algérien, la société cimentière du district de Hasasna-Saida.



Photo II.5. Ciment usagé.

##### II.4.1. Caractéristique chimique

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

Tableau II.5. L'analyse chimique du ciment.

<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>Cl</b>	<b>MgO</b>	<b>PAF</b>
< 2.5%	< 0.1%	< 1%	0.5 – 8.5 %

### II.5. Eau de gâchage

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

### II.6. Fibres



Photo II.6. La géométrie des fibres plastiques utilisées.

Les fibres utilisées dans cette étude sont des fibres plastiques issues de déchets industriels, créés en étirant des câbles à partir de divers matériaux d'emballage, puis en sélectionnant les fibres dans le but de valoriser les déchets industriels.

#### II.6.1. Caractéristiques physiques des fibres utilisées

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

Tableau II.6. Caractéristiques physiques des fibres.

<b>Fibres</b>	<b>Diamètre (mm)</b>	<b>Longueur (mm)</b>
F1	1	15
F2		30
F3		50

## II.7. L'adjuvant

Le plastifiant que nous avons utilisé est appelé NOVA PLAST 117 est un plastifiant réducteur d'eau à base d'un copolymère modifié qui permet une meilleure défloculation des grains de ciment, il est compatible avec tous types de liant hydraulique.



Photo II.7. Plastifiant usagé.

### II.7.1. Caractéristiques de NOVA PLAST 117

Son état physique à 20°C est liquide ayant un couleur marron, de densité  $1.17 \pm 0.02$ , pH : 6-7 et teneur en chlore < 1G/L.

### II.7.2. Propriétés de NOVA PLAST 117

- Diminuer le rapport eau/ciment.
- Augmenter l'affaïremen du béton et grantite une bonne ouvrabilité.
- éviter les dessiccations et fissures des bétons.
- Augmenter les résistances mécaniques et la durabilité.

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

Pour élaborer un béton de sable, un dosage simple est généralement adopté, consistant en une part de ciment pour trois parts de sable. Cette proportion permet d'obtenir un mortier normalisé présentant une bonne plasticité. La quantité d'eau est ajustée afin d'obtenir une consistance adaptée à l'application prévue, tout en respectant les propriétés mécaniques attendues. L'essai de maniabilité est ensuite réalisé afin de s'assurer que le mélange présente une fluidité suffisante pour une mise en œuvre efficace.

## II.9. Formulation des bétons de sable renforcés par des fibres en plastique

Après avoir choisi les matériaux entrant dans la composition du béton armé de fibres et déterminé les propriétés de chaque composant en termes de taille, de forme, ainsi que de caractéristiques physiques et mécaniques, on procède à la détermination des dosages appropriés pour chaque matériau. Cela vise à obtenir un mélange avec une maniabilité adéquate correspondant à la consistance souhaitée du béton, tout en maintenant un équilibre entre la résistance du béton et la facilité de son coulage et de sa mise en forme.

### II.9.1. Composition de béton de sable

Les compositions des échantillons utilisées dans cette étude correspondent à un volume d'un mètre cube de béton sont :

Tableau II.7. Composition du béton de sable avec fibres.

	E/C	Ciment (g)	SD (g)	SA (g)	Eau (L)	Fibres (g)	Plastifiant (g)
B1-0.5% F	0.62	411.2	1221.8	1221.8	1221.8	5.9	5.9
B1-1% F	0.62	411.2	1210.2	1210.2	1210.2	5.9	5.9
B2-0.5% F	0.60	412.9	490.9	490.9	490.9	5.9	5.9
B2-1% F	0.60	412.9	486.2	486.2	486.2	5.9	5.9
B3-0.5% F	0.60	412.9	368.2	368.2	368.2	5.9	5.9
B3-1% F	0.60	412.9	364.7	364.7	364.7	5.9	5.9

### II.9.2. Préparation et forme de l'échantillon

Après plusieurs essais, nous avons sélectionné une formulation finale de béton de sable renforcé de fibres plastiques. Pour préparer des échantillons de (4 x 4 x 16 cm) , ils ont été mélangés manuellement comme suit :

Le sable a d'abord été mélangé ; ensuite, le ciment a été ajouté, puis le mélange sable-ciment a été mélangé ; enfin, les fibres plastiques et les plastifiants ont été ajoutés, et le mélange (sable + ciment + fibres plastiques + plastifiant) a été mélangé.

De l'eau a été ajoutée progressivement pendant le mélange de la matière première (sable + fibres plastiques + ciment + eau).

Enfin, les moules ont été remplis en deux couches, puis vibrés à l'aide d'une table vibrante standard. Après 24 heures, les échantillons ont été démoulés et placés dans l'eau pendant 14 jours



Photo II.8. Le moule utilisé.



Photo II.9. La table vibrante utilisée.



Photo II.10. Conservation des éprouvettes dans l'eau.

### **II.10. Les essais de maniabilité**



Photo II.11. Essai de maniabilité.

Selon la norme NF P18-452 [19], Cela nous a permis d'évaluer la consistance du béton à base de sable de dunes. Lors de ces essais, la consistance est caractérisée par le temps nécessaire au mortier pour s'écouler sous l'effet des vibrations.

### II.10.1. Conduite de l'essai

Le mortier est introduit dans la portion, définie par le séparateur W. Quatre minutes après la fin du mélange, le séparateur est retiré, ce qui active le vibreur et une minuterie. Le mortier s'écoule sous l'effet des vibrations, et la minuterie s'arrête dès qu'il atteint une ligne de référence sur la paroi opposée de la boîte, comme illustré au tableau suivant :

Tableau II.8. Classe consistance selon la durée d'écoulement.

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

### II.11. Conclusion

À partir des résultats obtenus dans l'étude des propriétés des composants du béton de sable, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- L'analyse granulométrique a montré que le sable de dune possède un module de finesse faible, contrairement au sable alluvionnaire, dont le module est légèrement plus élevé mais reste relativement grossier.

- Les compositions contenant (60%SA+40%SD) et (70%SA+30%SD) présentent un module de finesse acceptable.

- Pour l'équivalent sable, tous les échantillons ont été considérés comme très propres, répondant aux exigences de la norme.

- 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

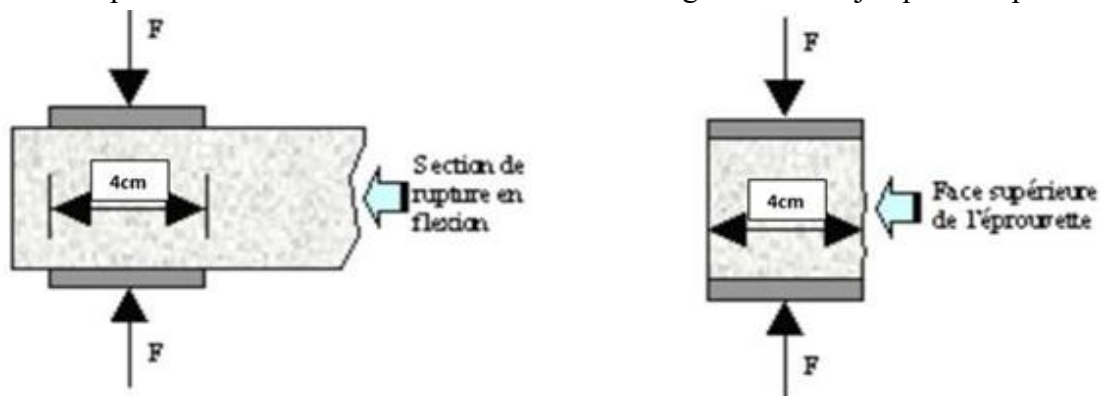
Après avoir réalisé les différentes expériences sur le béton formulé à base de sable de dunes et de déchets en plastiques, ce chapitre présente les résultats obtenus, en se concentrant sur les propriétés mécaniques essentielles, la résistance à la compression et la résistance à la traction. Ces résultats visent à évaluer l'effet de l'ajout de déchets plastiques sur les performances du béton, notamment en termes de résistance.

Les résultats sont organisés selon les pourcentages d'ajout adoptés, puis analysés et comparés à ceux du béton de référence, afin de juger l'efficacité de ce type de béton. À travers ce travail, nous cherchons à apporter une vision claire sur la possibilité d'intégrer ces matériaux alternatifs dans le domaine de la construction, tout en tenant compte des aspects environnementaux.

### III.2. Résistances mécaniques NFP18-406

#### III.2.1. Résistance à la compression

Les éprouvettes étudiées sont soumises à une charge croissante jusqu'à la rupture. La



résistance à la compression est le rapport entre la charge de rupture et la section transversale de l'éprouvette (4x4x16) cm selon la norme française NFP18-406.[20]

**FigIII.1. Dispositif de rupture en compression**

#### III.2.2. Résistance à la traction

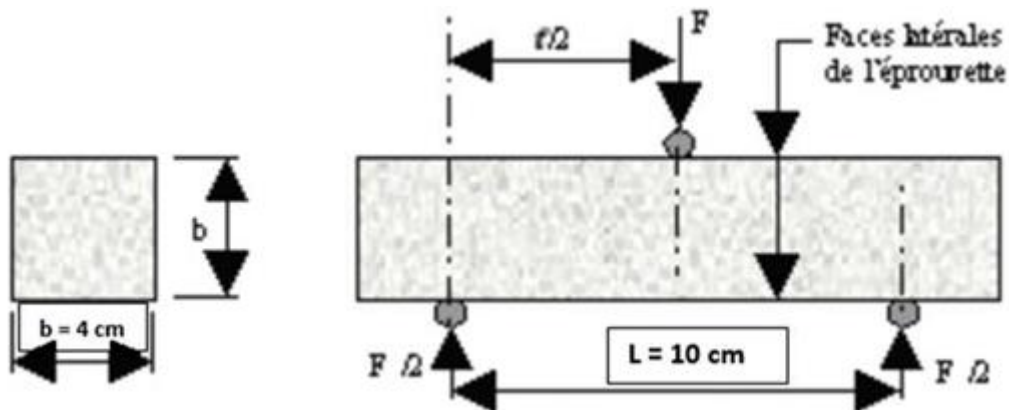
L'essai de traction par flexion 3 points est réalisé sur des éprouvettes prismatiques (4x4x16) cm suivant la norme NF P18-407.[21]

La résistance à la traction par flexion correspond à la contrainte maximale calculée par la formule suivante :

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

\* F : Charge appliquée.

\* b : Coté de l'éprouvette égale à 4cm.



FigIII.2. Dispositif pour l'essai de résistance à la traction par flexion (3point).

### III.3. L'effet de la modification granulaire

Cette étude vise à évaluer l'effet de la modification granulaire sur la résistance à la traction et à la compression de trois formulations de sable : (100 % SD), (60 % SA + 40 % SD), et (70 % SA + 30 % SD).

Ces mélanges, différenciés par la proportion de grains fins et grossiers, influencent directement la compacité et la cohésion du matériau. Des essais mécaniques sont réalisés afin d'identifier la formulation offrant les meilleures performances pour les bétons.

#### III.3.1. Résistance à la compression

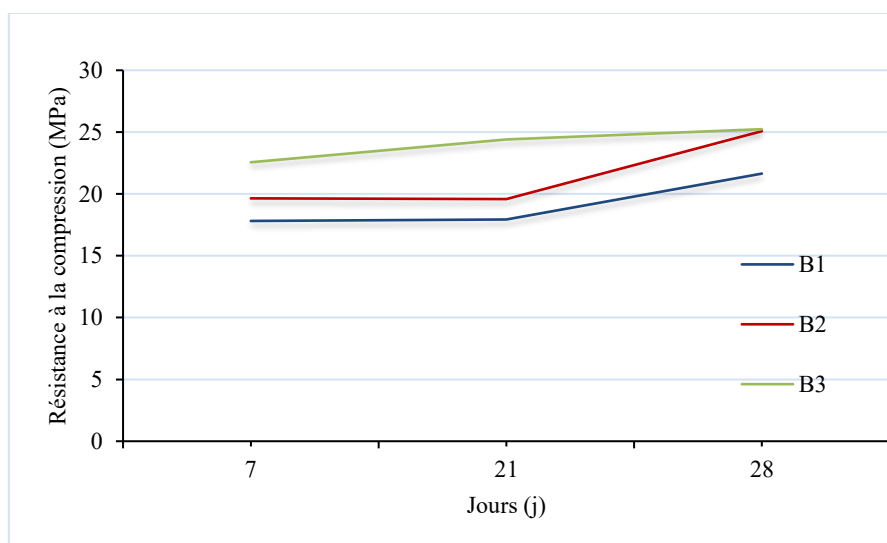


Fig. III.3. Variation de la compression du en fonction d'âge pour les compositions B1, B2 et

B3

La figure III.3 montre que le mélange B3 a enregistré une performance supérieure en termes de résistance à la compression par rapport aux mélanges B1 et B2 à 28 jours, avec des écarts respectifs de 17 % et 2%. Cette supériorité a également été observée à 7 et 21 jours. Ces résultats indiquent une relation inverse c'est à dire plus le pourcentage de sable de dunes augmente plus la résistance à la compression diminue. Par conséquent, le mélange B3 (70 % SA + 30 % SD) peut être considéré comme une formulation optimale.

### III.3.2. Résistance à la traction

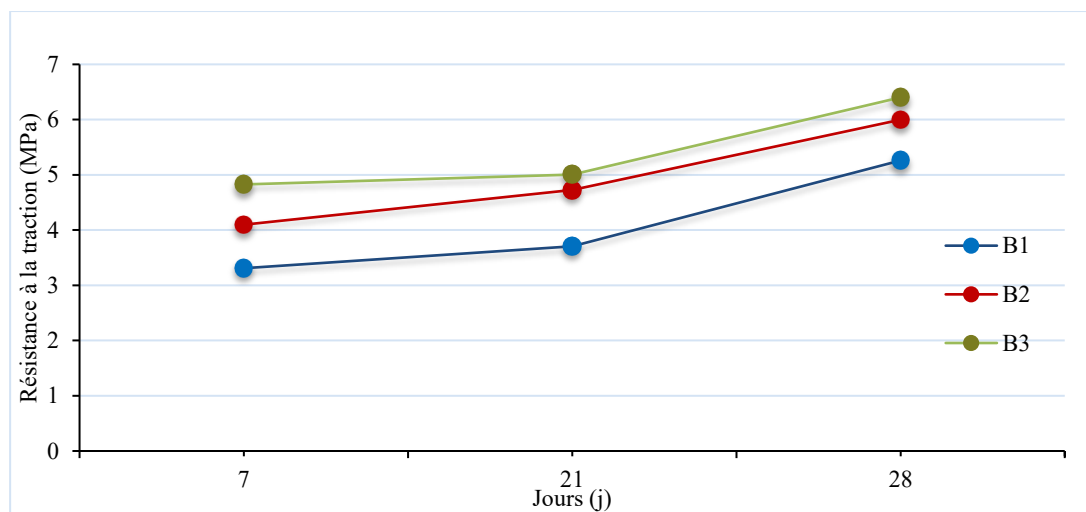


Fig. III.4. Variation de la traction du en fonction d'âge pour les compositions B1, B2 et B3

La figure III.4 montre que le mélange B3 a enregistré une bonne performance en termes de résistance à la traction par rapport aux mélanges B1 et B2 à 28 jours, avec des écarts respectifs de 22 % et 9 %. Cette augmentation a été également observée à 7 et 21 jours. Même chose qu'à la compression, ces résultats indiquent une relation inverse entre le pourcentage de sable de dunes ajouté et la résistance à la traction, les faibles teneurs en SD contribuant à une meilleure performance mécanique. Par conséquent, le mélange B3 (70 % SA + 30 %SD) peut être considéré comme la formulation optimale. Cette amélioration est attribuée à l'effet du mélange sur l'optimisation de la granulométrie de l'agrégat, ce qui permet un meilleur remplissage des vides fins et un renforcement de la cohésion du matériau. Même constatations a été rapporté par Meziani et al.[22].

### III.4. L'effet de l'ajout des fibres

Des essais en laboratoire ont été réalisés sur des échantillons de béton de sable de dunes renforcés par des fibres plastiques avec un taux de 0,5 % et 1 %, afin d'évaluer l'effet de ces

fibres sur les propriétés mécaniques telles que la résistance à la compression et à la traction. Les résultats mettent en évidence l'efficacité de l'utilisation des déchets plastiques recyclés pour améliorer les performances du béton et soutenir une approche de construction durable.

#### III.4.1. Résultats de la résistance à la compression

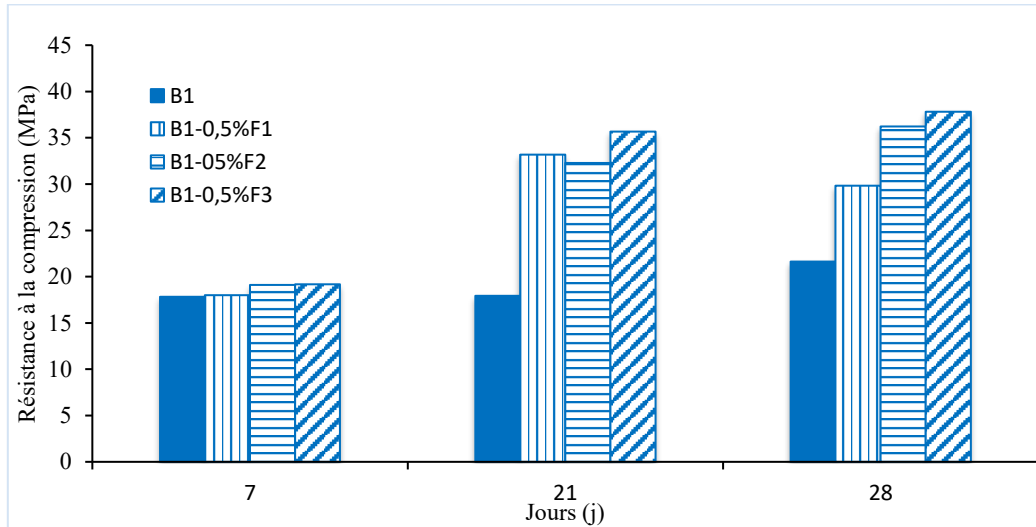


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0,5%F3 réalisés avec l'ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l'ordre de respectivement. Le mélange B1-0,5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l'ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l'orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

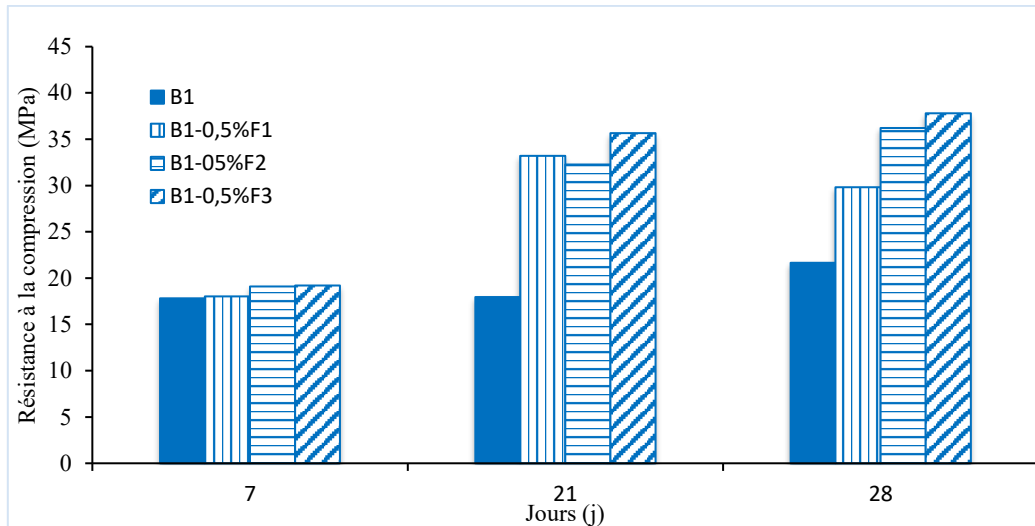


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0.5%F3 réalisés avec l'ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l'ordre de respectivement. Le mélange B1-0.5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l'ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l'orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

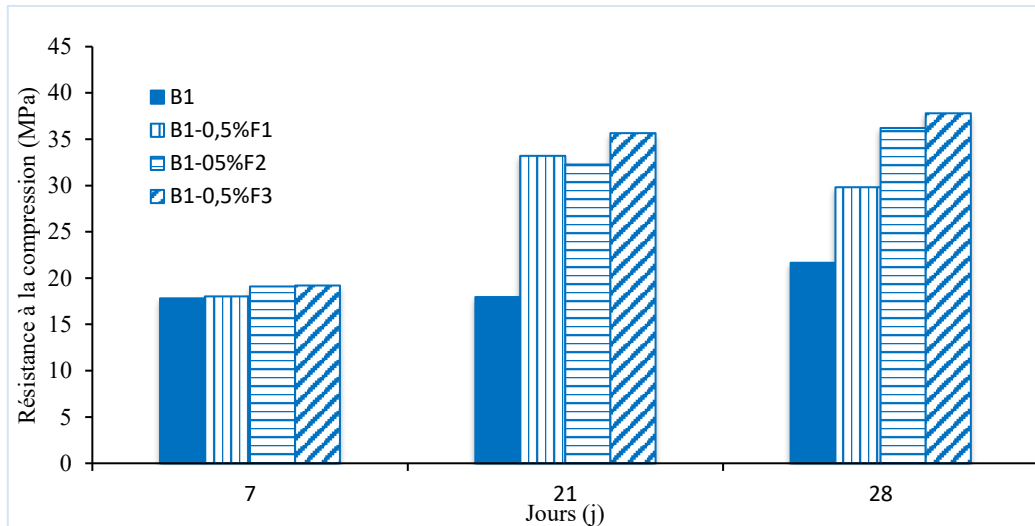


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0.5%F3 réalisés avec l'ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l'ordre de respectivement. Le mélange B1-0.5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l'ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l'orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

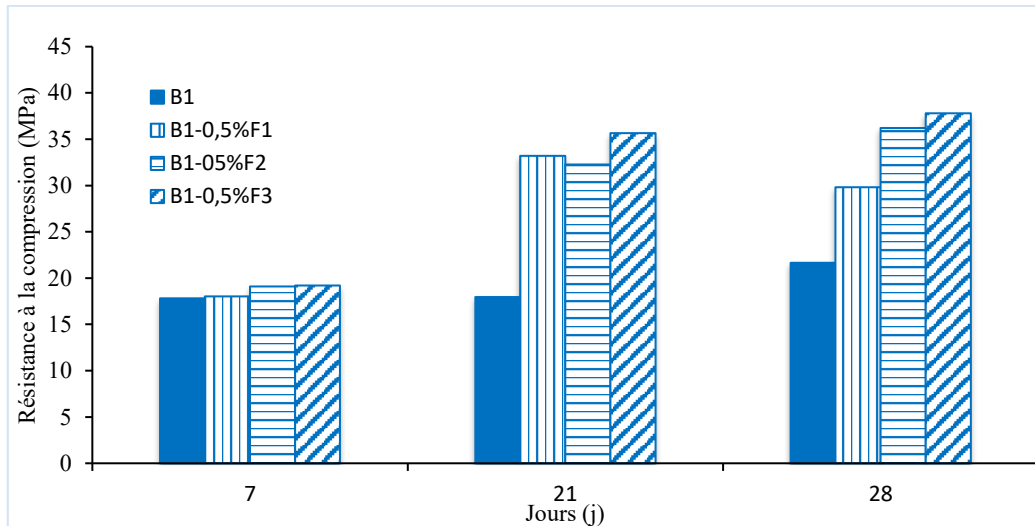


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0,5%F3 réalisés avec l'ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l'ordre de respectivement. Le mélange B1-0,5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l'ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l'orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

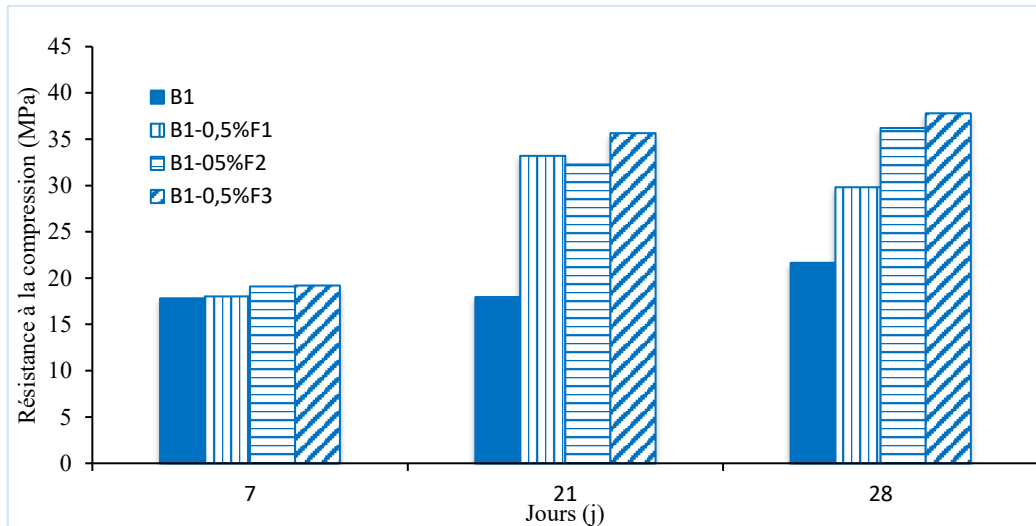


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d’âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0.5%F3 réalisés avec l’ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l’ordre de respectivement. Le mélange B1-0.5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l’ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l’orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

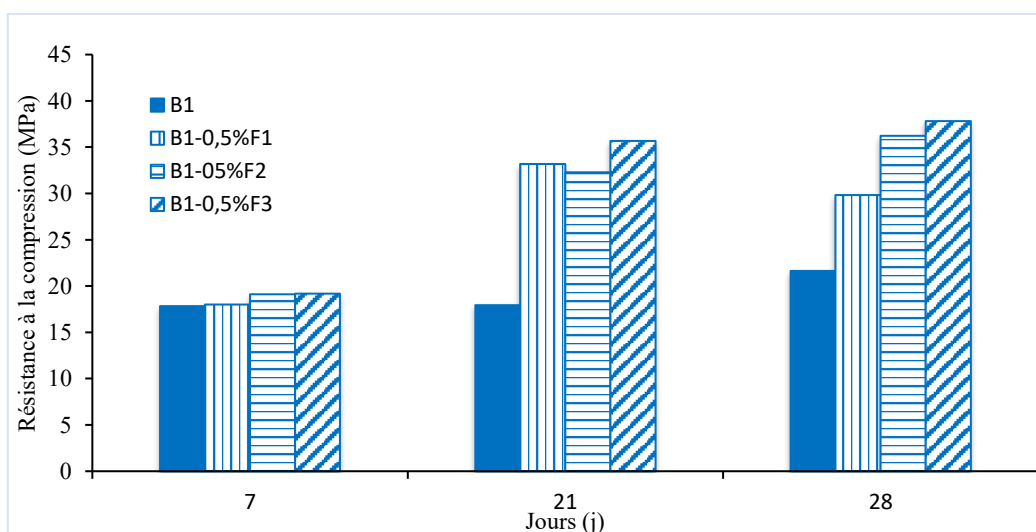


Fig. III.5. Variation de la résistance à la compression en fonction d’âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

La figure III.5 montre la résistance à la compression des bétons B1 avec et sans fibres à un taux de fibres de 0.5%. Nous avons remarqué que les bétons B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2 et B1-0,5%F3 réalisés avec l'ajout de fibres affichent une résistance nettement élevée par rapport au béton témoin B1. Cette amélioration est de l'ordre de respectivement. Le mélange B1-0,5%F3 affiche la meilleure résistance par rapport B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2, cette augmentation est de l'ordre de 27% et 5% respectivement à 28 jours. Cette augmentation de la résistance du béton réalisé avec la fibre F3 de 5 cm de longueur est dit probablement à l'orientation préférentielle de la fibre dans un moule de 4 cm de largeur.

#### III.4.2. Résultats de la résistance à la traction

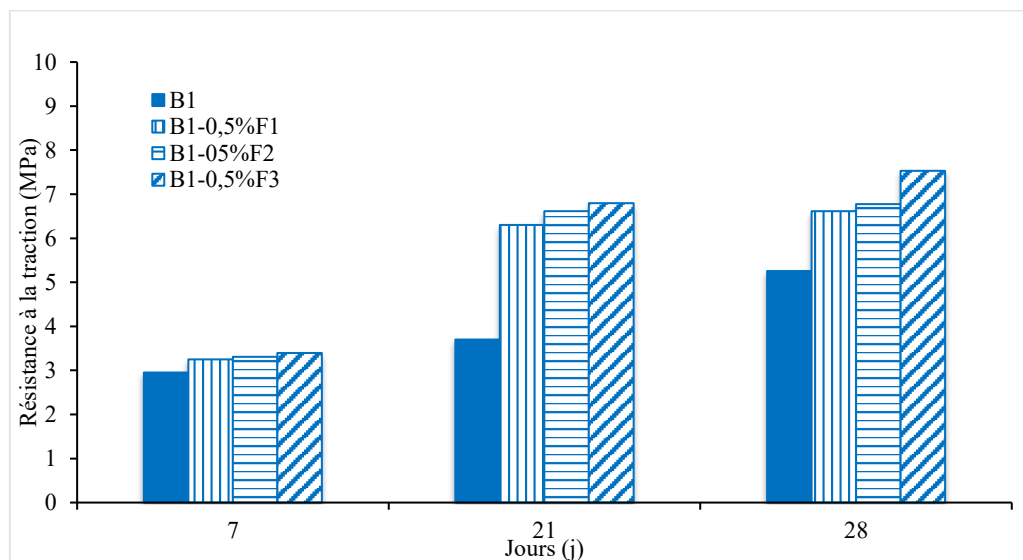


Fig. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

Dans les résultats présentés à la figure III.11, le béton B1 réalisé avec l'introduction de la fibre F3, affiche les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des bétons B1, B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2. Cette augmentation à 28 jours est de l'ordre de 43%,14% et 11% respectivement. Les mêmes tendances ont été observé pour l'ensemble des bétons à 7 et 21 jours. On remarque aussi que le béton réalisé avec l'ajout de la fibre F2 ayant une longueur de 3cm présente une meilleure résistance à la compression par rapport au béton réalisé avec la fibre F1 ayant une longueur de 1.5cm. de ce fait, On peut affirmer que plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.

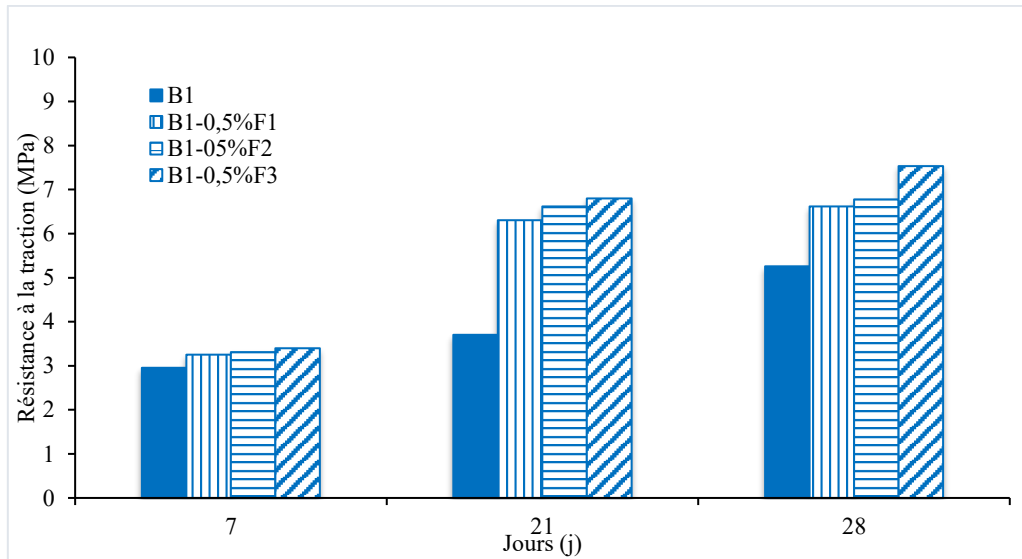


Fig. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

Dans les résultats présentés à la figure III.11, le béton B1 réalisé avec l'introduction de la fibre F3, affiche les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des bétons B1, B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2. Cette augmentation à 28 jours est de l'ordre de 43%,14% et 11% respectivement. Les mêmes tendances ont été observé pour l'ensemble des bétons à 7 et 21 jours. On remarque aussi que le béton réalisé avec l'ajout de la fibre F2 ayant une longueur de 3cm présente une meilleure résistance à la compression par rapport au béton réalisé avec la fibre F1 ayant une longueur de 1.5cm. de ce fait, On peut affirmer que plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.

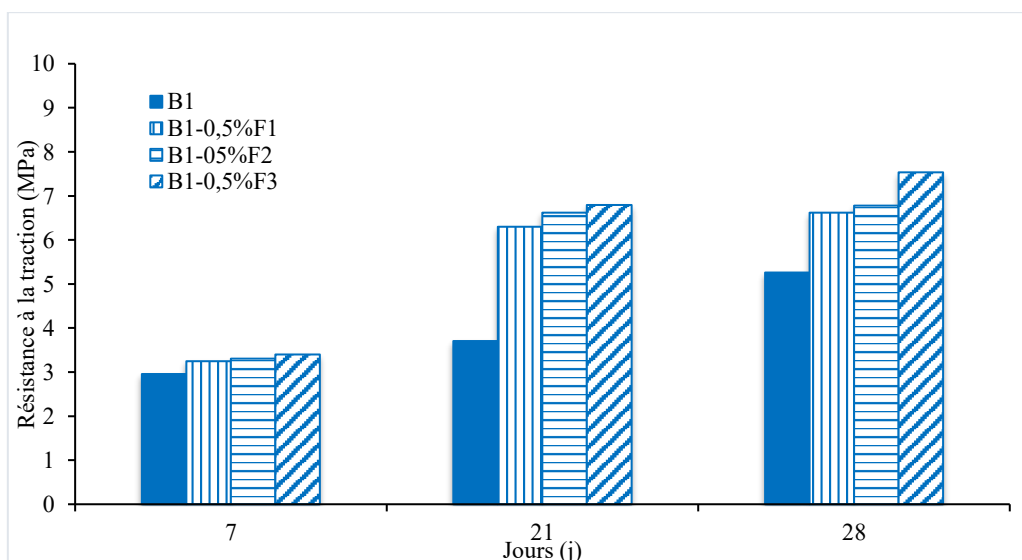


Fig. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

Dans les résultats présentés à la figure III.11, le béton B1 réalisé avec l'introduction de la fibre F3, affiche les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des bétons B1, B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2. Cette augmentation à 28 jours est de l'ordre de 43%,14% et 11% respectivement. Les mêmes tendances ont été observé pour l'ensemble des bétons à 7 et 21 jours. On remarque aussi que le béton réalisé avec l'ajout de la fibre F2 ayant une longueur de 3cm présente une meilleure résistance à la compression par rapport au béton réalisé avec la fibre F1 ayant une longueur de 1.5cm. de ce fait, On peut affirmer que plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.

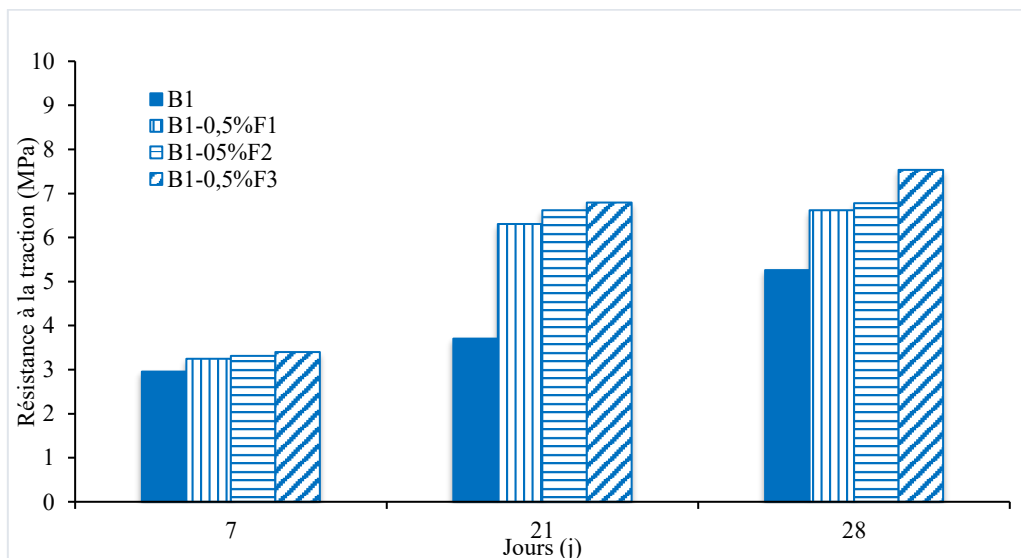


Fig. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

Dans les résultats présentés à la figure III.11, le béton B1 réalisé avec l'introduction de la fibre F3, affiche les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des bétons B1, B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2. Cette augmentation à 28 jours est de l'ordre de 43%,14% et 11% respectivement. Les mêmes tendances ont été observé pour l'ensemble des bétons à 7 et 21 jours. On remarque aussi que le béton réalisé avec l'ajout de la fibre F2 ayant une longueur de 3cm présente une meilleure résistance à la compression par rapport au béton réalisé avec la fibre F1 ayant une longueur de 1.5cm. de ce fait, On peut affirmer que plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.

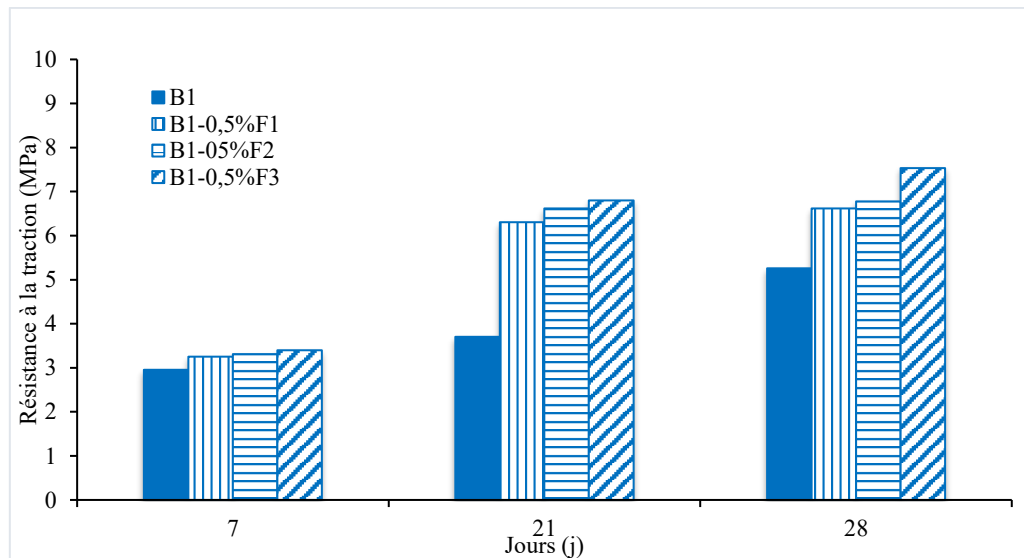


Fig. III.11. Variation de la résistance à la traction en fonction d'âge pour les bétons B1 avec et sans fibres avec un dosage de 0.5%

Dans les résultats présentés à la figure III.11, le béton B1 réalisé avec l'introduction de la fibre F3, affiche les meilleurs résultats par rapport à l'ensemble des bétons B1, B1-0.5%F1 et B1-0.5%F2. Cette augmentation à 28 jours est de l'ordre de 43%,14% et 11% respectivement. Les mêmes tendances ont été observé pour l'ensemble des bétons à 7 et 21 jours. On remarque aussi que le béton réalisé avec l'ajout de la fibre F2 ayant une longueur de 3cm présente une meilleure résistance à la compression par rapport au béton réalisé avec la fibre F1 ayant une longueur de 1.5cm. de ce fait, On peut affirmer que plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.

Plusieurs travaux ont été effectués ou sont en cours pour évaluer les propriétés des matériaux de ciment contenant divers types de déchets plastiques en tant qu'agrégés, charges ou fibres

► Al-Hadithi a étudié l'utilisation de déchets de bouteilles en plastique avec des pourcentages différents (0,5%, 1% et 1,5%) fraction volumique de béton. Les résultats des tests ont montré une amélioration à la fois de la compression et la division des résistances à la traction des bétons. L'amélioration de la résistance à la rupture a augmenté plus clairement [23]

► GUENDOUZ Mohamed, DEBIEB Farid, KADRI El hadjont montré que l'utilisation des déchets plastiques sous forme des fibres dans le béton de sable influent négativement sur la maniabilité du béton de sable et contribuent à l'amélioration de la résistance à la traction du béton de sable.[24]

### III.6. 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 :

- ▶ L'ajout de sable de construction naturel provenant de la zone de Djamaa wilaya d'El-mghaier au sable de dune dans un rapport de 60 % et 70 % peut améliorer la résistance à la compression et à la traction du béton de sable d'environ 17 % et 20 % dans les 28 jours suivant la durée de vie du béton, Par conséquent, nous considérons qu'il s'agit d'une amélioration acceptable par rapport au béton témoin 100SD%.
- ▶ L'ajout de fibres plastiques droites de longueur 1,5 cm, 3 cm, 5 cm et de diamètre 1 mm peut améliorer la résistance à la compression et à la traction du béton de sable en 28 jours.
- ▶ En comparant tous les résultats expérimentaux, il a été constaté que la composition optimale pour l'amélioration par rapport au béton de sable de dune témoin était la composition (70%SA+30%SD) où l'amélioration était de 17 % et 22% pour la résistance à la compression et à la traction respectivement dans les 28 jours.
- ▶ L'augmentation du pourcentage de fibres dans le béton peut améliorer la résistance à la compression et à la traction.
- ▶ Plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée.



# **Conclusion Générale**

### Conclusion Générale

Ce mémoire a pour objectif d'étudier le comportement mécanique d'un béton utilisant le sable de dunes comme substitution partielle au sable ordinaire, et renforcé par des fibres plastiques recyclées de longueurs variées : 1,5 cm, 3 cm et 5 cm Et en deux proportions : 0,5% et 1% dans le cadre de la recherche de solutions écologiques, économiques et durables dans le secteur du bâtiment.

Les essais expérimentaux réalisés ont permis de constater que le remplacement partiel du sable ordinaire par du sable de dunes peut être effectué avec succès, sans impact négatif sur les propriétés du béton. Au contraire, certaines compositions ont montré de bonnes performances, pour le béton 60 %SA+ 40 %SD et 70%SA+ 30%SD, qui a présenté un bon équilibre entre ouvrabilité et résistance mécanique.

Concernant le renforcement par des fibres plastiques recyclées, celui-ci a significativement contribué à l'amélioration de la résistance à la traction, tout en maintenant des niveaux acceptables de résistance à la compression. Les résultats ont révélé que les fibres ont donné les meilleures performances, ce qui s'explique par leur bonne répartition dans le mélange et leur ancrage efficace dans la matrice cimentaire, améliorant ainsi les propriétés globales du béton.

Malgré ces résultats encourageants, il convient de rappeler que la réussite de ce type de béton dépend d'un contrôle rigoureux des proportions des constituants et d'une bonne homogénéité de la distribution des fibres. En outre, le comportement à long terme de ce béton, notamment dans des environnements agressifs (humidité élevée, variations thermiques), nécessite des études complémentaires approfondies.

D'après les essais réalisés sur les différents bétons étudiés nous avons conclu ce qui suit :

► L'ajout de sable de construction naturel provenant de la zone de Djamaa wilaya d'El-mghaier au sable de dune dans un rapport de 60 % et 70 % peut améliorer la résistance à la compression et à la traction du béton de sable d'environ % dans les 28 jours suivant la durée de vie du béton, Par conséquent, nous considérons qu'il s'agit d'une amélioration acceptable par rapport au béton témoin 100SD%.

► L'ajout de fibres plastiques droites de longueur 1,5 cm, 3 cm, 5 cm et de diamètre 1 mm peut améliorer la résistance à la compression et à la traction du béton de sable en 28 jours.

## Conclusion générale

---

- ▶ En comparant tous les résultats expérimentaux, il a été constaté que la composition optimale pour l'amélioration par rapport au béton de sable de dune témoin était la composition (70%SA+30%SD)
- ▶ L'augmentation du pourcentage de fibres dans le béton peut améliorer la résistance à la compression et à la traction. C'est le ratio de 1 % a montré les meilleurs résultats.
- ▶ Plus la fibre est longue, plus la résistance est élevée. La fibre de 5 cm a donné les meilleurs résultats.

### Référence bibliographique

- [01] <https://www.notre-environnement-gouv.fr>
- [02] Guenoun Rachid (2003). Étude et formulation d'un béton de sable de dunes – mécanique pour les bâtiments en béton armé. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur, École Nationale Polytechnique.
- [03] TABET ZAMAKI (2019). Étude des propriétés mécaniques des béton de sable de dunes avec ajout de poudre d'aluminium issue des déchets industriels. Mémoire de Master, Université de Ouargla.
- [04] BABA ARBI, MANSOUR (2017). Étude du comportement du béton de sable de dunes renforcé par des fibres métalliques soumises à haute température. Mémoire de Master, Université de Ouargla.
- [05] Belferrage Allouaa (2006). Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans le béton de sable de dunes. Mémoire de Magister, Université de Ouargla.
- [06] <https://www.infociments.fr/adjuvant-pour-beton>
- [07] CHAOUACH ALI, A (1993). Étude des caractéristiques du béton de sable de dunes. These de magister, École Nationale Polytechnique.
- [08] <https://www.ecologie.gouv.fr/-déchets-dangereux>.
- [09] SABLOCRETE, (Béton de sables), presse de l'école nationale des ponts et chaussées, PARIS,1994 FRANCE.
- [10] Albano et AI (2009), Influence of content particle size of waste PET bottles on concrete behavior at different w/c ratio.
- [11] Saikia et britie (2012), Influence of curing conditions on the durability related performance of concrete made with selected plastic waste aggregates.
- [12] Geundouz.M(2017), contrubition à la formation et à la caractérisation d'un éco-matériau de construction à base de déchets plastique : application au béton de sable).
- [13] Bentata.A(2004), étude expérimentale d'un béton avec sable de dunes de la région d'ouargla (AIN-ELBEIDA), Mémoire de magister,univ ouargla.
- [14] Norme francaise,essai de masse volumique absolue, norme NF EN 1097-6.

## Référence bibliographique

---

- [15] Norme française, essai de masse volumique apparente, NF EN 1097-6.
- [16] Norme française, essai d'équivalent de sable, NFP 18-598, oct 1991.
- [17] Norme française, essai d'analyse granulométrique par tamisage, NF P 18-560, sep 1990.
- [18] Norme française, essai de module de finesse, NF P 18 304.
- [19] Norme française, essai de maniabilimètres, NF P18-452, mai 1988.
- [20] Norme française, essai de compression, NFP18-406.
- [21] Norme française, essai de traction, NF P18-407.
- [22] Meziani, N., Belferrag, A., Kriker, A. Effect of Polypropylene Fibers on the Behavior of Dune Sand Concrete Subjected to Elevated Temperatures, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 69(1), pp. 121–135, 2025.  
<https://doi.org/10.3311/PPci.37858>
- [23] Al-hadithi.A(2013), IMPROVING IMPACT AND MECHANICAL PROPERTIES OF GAP-GRADED CONCRETE BY ADDING WASTE PLASTIC FIBERS.
- [24] Geundouz.M, Farid.D (2015), Formulation et caractérisation d'un béton de sable à base de déchets plastique.

**Annexe**

## NOVA<sup>®</sup> PLAST 117

### Plastifiant-réducteur d'eau

Conforme à la norme EN 934-2 / NA 774

<b>DESCRIPTION</b>	<b>NOVA PLAST 117</b> est un plastifiant réducteur d'eau à base d'un copolymère modifié qui permet une meilleure défloculation des grains de ciment, il est compatible avec tous types de liant hydraulique.										
<b>MODE D'EMPLOI</b>	<p>Le <b>NOVA PLAST 117</b> est incorporé dans la bétonnière à la confection du béton ou dans la centrale à béton, ainsi qu'il peut être ajouté directement dans les camions malaxeurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dans la bétonnière et les centrales à béton <b>NOVA PLAST 117</b> s'ajoute dans la deuxième partie de l'eau de gâchage et doit être suivi d'un malaxage afin de finaliser la meilleure consistance possible.</li> <li>▪ Dans le camion malaxeur, le <b>NOVA PLAST 117</b> est introduit dans la toupie puis malaxé à grande vitesse pendant 1 minute par mètre cube de béton.</li> <li>▪ Les règles de l'art pour la fabrication et la mise en place du béton doivent également être respectées pour le <b>NOVA PLAST 117</b></li> </ul>										
<b>DOMAINES D'UTILISATION</b>	<p>Le <b>NOVA PLAST 117</b> est recommandé spécialement pour la confection des bétons prêts à l'emploi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Béton pompé sans forme de ségrégation</li> <li>▪ Béton de masse</li> <li>▪ Béton préfabriqué</li> <li>▪ Béton routier</li> <li>▪ Béton transporté</li> </ul>										
<b>DONNEES TECHNIQUES</b>	<table> <tr> <td>État physique à 20 °c :</td> <td>liquide</td> </tr> <tr> <td>Couleur :</td> <td>marron</td> </tr> <tr> <td>Densité :</td> <td>1.17 ± 0.02</td> </tr> <tr> <td>PH</td> <td>6-7</td> </tr> <tr> <td>TENEUR EN CHLORE</td> <td>&lt; 1G/L</td> </tr> </table>	État physique à 20 °c :	liquide	Couleur :	marron	Densité :	1.17 ± 0.02	PH	6-7	TENEUR EN CHLORE	< 1G/L
État physique à 20 °c :	liquide										
Couleur :	marron										
Densité :	1.17 ± 0.02										
PH	6-7										
TENEUR EN CHLORE	< 1G/L										
<b>PROPRIETES</b>	<p>Les propriétés physico-chimiques de <b>NOVA PLAST 117</b> permettent de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diminuer le rapport eau/ciment</li> <li>▪ Améliorer la rhéologie des bétons</li> <li>▪ Augmenter l'affaïement du béton et garantir une bonne ouvrabilité</li> <li>▪ Eviter les dessiccations et fissures des bétons</li> <li>▪ Faciliter la mise en place du béton</li> <li>▪ Réduire la ségrégation et la formation de défaut superficiel du béton</li> <li>▪ Augmenter les résistances mécaniques et la durabilité</li> <li>▪ Augmenter l'imperméabilité</li> </ul>										



# GICA BÉTON

## CEM II/A-L 42,5 N

المجمع الصناعي لإسمنت الجزائر

GICA GROUPE  
Groupe Industriel des Ciments d'Algérie

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Analyses chimiques	
Teneur en sulfates (SO <sub>3</sub> )	< 2,5 %
Teneur en Chlorures (Cl)	< 0,1 %
Teneur en (MgO)	< 1 %
Perte au feu (PAF)	0,5 - 8,5 %
Composition minéralogique du clinker (BOGUE)	
C3S	3 ± 60 %
C3A	3 - 7,5 %
Propriétés physiques	
Consistance normale	26 à 28 %
Début de prise	≥ 60 min
Fin de prise	150 à 350 min
Expansion	< 5 mm
Finesse (SSB)	3200 - 4200 (cm <sup>2</sup> /g)
Résistance à la compression	
2 jours (EN 1-196)	≥ 10 MPa
28 jours (EN 1-196)	≥ 42,5 MPa

**DOSAGE**

Sauf pour composition spécifique :  
Dosage moyen pour béton courant :

Eau  
5 % (24kg)

Ciment  
12 % (50kg)

Sable  
33 % (141kg)

Gravier  
50 % (217kg)

**CONSIGNES DE SÉCURITÉ**

- Éviter tout contact avec la peau et les yeux.
- Utiliser des équipements adaptés : gants, chaussures imperméables, lunettes.
- N'inhalez pas la poussière.

PRODUIT CERTIFIÉ CE  
NA 442-2013



L'essai de Traction



**L'essai de compression**



Coulage des éprouvettes



Les éprouvettes