



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE KASDI MERBAH

OUARGLA



Faculté des Sciences appliquées

Département de Génie Civil et Hydraulique

Mémoire fin d'études

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Génie Civil

Filière : Génie Civil

Spécialité : ECBR

Présenté par :

REZZAG SALEM Bahia Nihal et LAZAR Mohamed Badreedine

Thème:

**Etude de l'influence des fibres issues de déchets d'aluminium  
sur le retrait du béton de sable**

Soutenu publiquement le:

Devant le jury composé de:

BOUZOUAID Samia	MCB (UKM Ouargla)	Présidente
KENNOUCHE Samir	Magister (UKM Ouargla)	Examineur
BELFERRAG Allaoua	MCA (UKM Ouargla)	Encadreur
MEZIANI Nedjema	MAA (UKM Ouargla)	Co-Encadreur

*Année Universitaire :2022/2023*



## *Remerciements*

Tout d'abord, nous remercions Allah Tout-Puissant et le remercions de nous avoir aidés à achever ce travail.

Nous remercions chaleureusement mes professeurs qui nous ont accompagnés tout au long de ce travail avec beaucoup de patience, **M.BELFERRAG Allaoua et Mme.MEZIANI Nedjma** et leur grand soutien à notre égard et ont partagé ses connaissances avec nous .

Nous tenons également à remercier sincèrement les membres du jury qui nous ont honorés en jugeant notre travail à la fin de l'étude.

À cet égard, nous ne pouvons que remercier tous les enseignants du Département de génie civil pour les efforts qu'ils ont déployés pour nous au cours de notre parcours académique afin de nous amener à ce stade.

Enfin, un grand merci à nos familles qui sont avec nous depuis que nous sommes grands et surtout à nos chers parents.

Nous profitons de cette occasion pour remercier tous ceux qui ont coopéré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# *Dédicace*

*À celui qui m'a éduquée, ma donnée la force pour que je puisse terminer mes études a mon adorable papa REZZAG SALEM Abdelhalim je l'offre mon mémoire de fin d'étude.*

*À celle qui ma donner la vie et m'a appris toutes les choses dans cette vie, qui a été à côté de moi (premier pas, premières paroles ...) à la source d'affection qui ne cesse de couler, à la bienveillance, à la présence morale et physique, à celle que personne ne peut la remplacer, à mon adorable maman DJEBALI Khadidja*

*À Mes deux piliers (gauche et droit) Kais et Mouatasim billah, bien sûr sans oublier mes adorables fleurs Yasmine, Nesrine et Sara.*

*À toutes mes amies j'exprime une profonde gratitude pour leur aides considérable et leur patience durant toute la période des études Aya, Nasira, sara et bien sûr sans oublier ma meilleure amie Yousra, aussi mes chères confère ingénieurs dans l'avenir Intissar et Yasmine*

*A tous mes amis(e) chacun son nom*

*À tous ceux que j'ai connus dans ma vie qui m'ont aidé à obtenir beaucoup de choses, en particulier M' Rezig A et M' Bourenane H.*

*À tous ceux qui m'ont rendu heureuse un jour*

*À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment*

*Bahia Nihal*

## RÉSUMÉ

Dans ce travail, la confection d'un béton de sable de dunes renforcé par des fibres issues de déchets industriels a été abordée. Ce choix est guidé à la fois par des raisons économiques et environnementales. De ces faits, des proportions de 50% de sable de dunes (SD) + 50% de sable alluvionnaire (SA) et 40% SD + 60% SA ainsi que des pourcentages de 0,15% et 0,25% de fibres issues de déchets d'aluminium ont été adoptés pour la confection des bétons de sable de dunes. Le meilleur résultat de retrait a été obtenu par la composition corrigée 60% SA + 40% SD et un pourcentage de 0.25% de fibre de longueur 5 cm, cette amélioration est de 55.55% par rapport au témoin.

**Mots Clés :** sable de dunes, sable alluvionnaire, béton de sable, béton fibré, fibres métalliques, déchets d'aluminium, retrait.

## ملخص

في هذا العمل، تم التطرق لصنع خرسانة الكثبان الرملية المدعمة بألياف من النفايات الصناعية، وقد تم هذا الاختيار لأسباب اقتصادية وبيئية. وعليه تم اعتماد نسب 50% رمل الكثبان + 50% رمل الوديان و 40% رمل الكثبان + 60% رمل الوديان بالإضافة إلى نسب 0.15% و 0.25% من ألياف نفايات الألمنيوم لصنع خرسانة الكثبان الرملية. وفي هذا السياق تم الحصول على أفضل نتيجة انكماش بالتركيب المصحح 40% رمل الكثبان + 60% رمل الوديان ونسبة 0.25% من ألياف بطول 5 سم ، وهذا التحسن يقدر بـ 55.55% مقارنة بالشاهد.

**الكلمات المفتاحية:** رمل الكثبان ، الرمل الوديان ، الخرسانة الرملية ، الخرسانة الليفية ، الألياف المعدنية ، نفايات الألومنيوم ، الانكماش.

## ABSTRACT

In this work, the formulation of dune sand concrete reinforced with fibers from industrial waste was approached. This choice is guided by both economic and environmental reasons. For this, proportions of 50% dune sand (DS) + 50% alluvial sand (AS) and 60% DS + 40% AS as well as percentages of 0.15% and 0.25% of fibers obtained from aluminium waste have been adopted for the manufacturing of dune sand concrete. The best shrinkage result was obtained by the corrected composition 60% AS + 40% DS and a percentage of 0.25% fiber having length of 5 cm. This improvement is 55.55% compared to the plain concrete.

**Key words:** dune sand, alluvial sand, sand concrete, fiber reinforced concrete, metal fibers, aluminium wast, shrinkage.

# SOMMAIRE

Liste des figures	I
Liste des photos	II
Liste des tableaux	III
Introduction générale	01

## CHAPITRE I : RECHERCHER BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.Introduction	04
I.2.Béton de sable	04
I.2.1. Définition du Béton	04
I.2.2. Historique de béton de sable	04
I.2.3. Constitution du béton de sable	05
I.2.3.1. Ciment	05
I.2.3.2. L'eau	05
I.2.3.3. Sable	05
I.2.3.3.1 Sable de dunes	05
I.2.3.3.2 Sable alluvionnaire	06
I.2.3.4. Adjuvants	06
I.2.3.5 Les ajouts	06
I.2.3.5.1 Les fillers	06
I.2.3.5.2 Les gravillons	06
I.2.3.5.3 les fibres	06
I.3.béton fibré	07
I.4. Les Déchets	07
I.4.1. Définition	07
I.4.2. La valorisation des déchets	08
I.4.3. Les types des déchets	08
I.4.3.1.Les déchets agricoles	08
I.4.3.2.Les déchets ménagers et assimilés	08
I.4.3.3. Les déchets industriels	09
I.4.3.3.1.Déchets industriels spéciaux	09
I.4.3.3.2.Les déchets industriels banal	09
I.4.3.3.3.Les déchets industriels inertes	10
I.5. Le retrait	10
I.5.1 Retrait de séchage	10
I.5.2 Retrait plastiqueuse	11
I.5.1 Retrait chimique	11
I.6.Conclusion	11

## CHAPITRE II : CARACTERISATION DES MATERIAUX

II.1. Introduction	13
II.2. Etude de la composition de béton	13
II.2.1. Le sable	13
II.2.1.2.1 La Masse volumique absolue	14

II.2.1.2. La Masse volumique apparente	15
II. 2.1.3 Equivalent de sable	16
II.2.2. Le ciment	18
II.2.2.1. Caractéristiques chimiques	18
II.2.2.2 Caractéristiques mécaniques et physiques	18
II.2.3. L'eau	18
II.2.4. Bleu méthylène	19
II.2.5. Analyse chimique	19
II.2.6 Analyse granulométrique	20
II.2.7. Les Adjuvants	22
II.2.8 Les fibres utilisées	23
II.3. Composition et formulation des bétons de sable	23
II.3.1. Essais de maniabilité	23
II.3.2. Formulation des bétons renforcés	24
II.3.3. Essai de retrait	24
II.3.4. Confection des éprouvettes	24
II.4. Conclusion	25

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

III.1. Introduction	28
III.2 Retrait	28
III.2.1 Effet de la correction granulométrique sur le retrait	28
III.2.2 Effet des types et du pourcentage de fibres sur le retrait	29
III.2.3. Effet des bétons avec et sans fibres sur le retrait	30
III.3 La perte en poids	32
III.3.1 Effet de la correction granulométriques sur la perte en poids	33
III.3.2 Effet de type et du pourcentage de fibres sur la perte en poids	34
III.3.3 Effet des bétons avec et sans fibres sur la perte en poids	33
III.4 Conclusion	36
Conclusion générale	38
Références bibliographique	
Les annexes	

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure II.1.</b>	Courbes d'Analyse granulométrique	21
<b>Figure III.1</b>	Variation du retrait des bétons sans fibres en fonction du temps	27
<b>Figure III.2</b>	Variation du retrait des bétons avec fibres en fonction du temps	28
<b>Figure III.3</b>	Variation de la perte en poids de type des bétons en fonction du temps	30
<b>Figure III.4</b>	Variation de la perte en poids des bétons sans fibres en fonction du temps	32
<b>Figure III.5</b>	Variation de la perte de masse des bétons selon le type et le pourcentage des fibres en fonction du temps	32
<b>Figure III.6</b>	Variation de la perte en poids de type des bétons en fonction du temps	33

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo I.1</b>	Les déchets agricole	08
<b>Photo I.2</b>	Déchets ménager et assimilé.	09
<b>Photo I.3</b>	Déchets industriels spéciaux	09
<b>Photo I.4</b>	Déchets banals	10
<b>Photo I.5</b>	Déchets solides de construction	10
<b>Photo II.1</b>	Essai de la masse volumique absolue	14
<b>Photo II.2</b>	Essai de la masse volumique apparente.	15
<b>Photo II.3</b>	Essai d'équivalent de sable	16
<b>Photo II.4</b>	Essai de bleu méthylène	19
<b>Photo II.5</b>	Essai analyse chimique.	19
<b>Photo II.6</b>	Essai Analyse granulométrique.	20
<b>Photo II.7</b>	La géométrie de fibres utilisée.	21
<b>Photo II.8</b>	Appareil Maniabilité.	22
<b>Photo II.9</b>	Essai de retrait	23

## Liste des Tableaux

<b>Tableau II.1</b>	Résultats de la masse volumique absolue.	15
<b>Tableau II.2</b>	Résultat de la masse volumique apparent.	15
<b>Tableau II.3.</b>	Nature et qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable.	17
<b>Tableau II.4</b>	Pourcentage d'équivalent de sable.	17
<b>Tableau II.5</b>	L'analyse chimique du ciment.	18
<b>Tableau II.6</b>	Caractéristiques physiques et mécaniques de ciment.	18
<b>Tableau II.7</b>	Composition chimique de l'eau.	18
<b>Tableau II.8</b>	Bleu méthylène.	19
<b>Tableau II.9</b>	Résultats de l'analyse chimique.	20
<b>Tableau II.10</b>	Module de finesse de différents échantillons.	22
<b>Tableau II.11</b>	Caractéristique du NOVA Plast 117	24
<b>Tableau II.12</b>	Composition du béton.	25



***INTRODUCTION***

***GENERALE***

## Introduction générale

L'Algérie possède d'importants gisements de matériaux, tels que le sable des dunes du Sahara et une grande variété des fibres (métalliques, végétales, plastiques,), qui sont peu ou pas valorisés dans l'industrie de la construction. Des recherches ont été menées récemment pour exploiter le potentiel du sable des dunes dans ce domaine. Les chercheurs ont constaté que ce matériau présente certaines anomalies telles qu'un grand retrait. En revanche, la majorité des auteurs affirment que l'ajout de toutes sortes des fibres au béton ou au mortier contribue à réduire le retrait et à augmenter leur résistance aux fissures. [1]

En effet, les fibres métalliques peuvent être utilisées pour renforcer le béton et améliorer sa résistance aux chocs. De plus, elles permettent de limiter l'apparition de fissures dans la structure en répartissant mieux les contraintes sur toute la surface du matériau. Cependant, il est important de choisir le type de fibre adapté à chaque application afin d'optimiser ses propriétés mécaniques.

Le béton de sable se distingue du béton conventionnel par sa forte teneur en sable et sa faible teneur en gravier. Il diffère également d'un mortier avec un dosage de ciment plus faible, notamment en fonction du domaine d'utilisation. L'utilisation du béton de sable qui peut remplacer le béton conventionnel vu la disponibilité du sable en quantités énormes, en particulier en Algérie, où le sable est facilement accessible avec un coût inférieur à celui des granulats conventionnels. [1]

L'industrie algérienne assume une responsabilité majeure dans la pollution globale du pays, notamment les industries de la pétrochimie, de la chimie, de la métallurgie et de la transformation des minerais. La valorisation des déchets en génie civil occupe une place importante dans cette mesure où les produits que nous voulons obtenir ne sont pas assujettis à des critères de qualité trop stricts.[6]

L'utilisation de déchets industriels recyclé dans le béton présente un certain nombre d'avantages écologiques, humains, technologiques et économiques. Dans ce même contexte, la valorisation de déchets d'aluminium comme ajout dans la confection du béton présente une solution appropriée dans l'amélioration des propriétés des bétons.

Cette étude vise à contribuer au recyclage des déchets d'aluminium. Dans la fabrication du béton, Cela permet l'élimination des déchets par recyclage, ce qui entraîne la protection de l'environnement.

Ce mémoire se subdivise en trois chapitres :

Le premier chapitre présente l'historique du béton, les différents types de sable, les déchets et leurs usages, ainsi que les caractéristiques mécaniques du béton de sable.

Dans le deuxième chapitre, On a discuté des différentes propriétés physiques des matériaux utilisés pour la fabrication du béton, la formulation et la préparation des mélanges.

Le chapitre trois est consacré à l'analyse et à la discussion du résultat du retrait obtenu.

Enfin, une conclusion générale basée sur les principaux résultats de cette étude.



# ***CHAPITRE I***

## ***Etude bibliographique***

## **I.1 Introduction**

Le béton se compose de caractéristiques morphologique, physico-chimiques et mécanique très divers : ciment, granulats, eau et le plus souvent d'adjuvants et d'ajout. Chaque composant joue un rôle différent dans le comportement des matériaux, particulièrement frais.

### **I.2. Le béton de sable**

#### **I.2.1. Définition du Béton**

Le béton est probablement le plus ancien matériau composite. Il est fabriqué à partir d'un mélange intime de ciment, de granulats, de fines et d'ultrafines, d'adjuvants et d'eau. Ces constituants sont dosés, en fonction de leurs propriétés propres, de manière à obtenir, après réaction physico-chimique entre eux, un produit solide dont les caractéristiques physiques et mécaniques peuvent être très supérieures à celles des roches les plus résistantes. Dans la mesure où le ciment est un liant hydraulique lui-même fabriqué avec des minéraux naturels, le béton peut être considéré comme une roche artificielle.

#### **I.2.2. Historique de béton de sable**

La technique des bétons de sable était tombée en sommeil vers les années 1920 aussi bien en Europe Occidentale qu'en ex URSS pour redevenir d'actualité pendant la deuxième guerre mondiale grâce au comportement de certaines pistes réalisées par l'Allemagne. A travers les différents secteurs (routes, autoroutes, aérodromes, bâtiments et composants du génie civil, ouvrages d'art), les soviétiques ont développé une méthodologie de formulation et surtout de mise en œuvre dans la préfabrication et la projection, Plusieurs ouvrages ont été réalisés à partir de ce matériau et constituent les premières applications de cette technique rapport-sable crête (1987-1991).

En 1954, le professeur REHBINDER et son équipe ont réalisées en Russie les premières expérimentations en laboratoire, l'idée de son travail est basée sur le broyage du mélange composé de ciment et du sable, et d'un agent de mouture sur actif. Un adjuvant réducteur est ajouté lors de malaxage. Les travaux donnent un béton de porosité aussi faible que possible, constitué de capillaires très fins et d'homogénéité maximale après mise en place.

En 1991, MIRONVOK et STERYNE présentent une étude sur des bétons de sable compact à l'aide de l'équipement à vibro-choc pour la fabrication de structures.

En France 1980, des travaux d'expérimentation ont été menés par GUINEZ.R, GLUAIS.G, DELUDE.P. Le but de ces recherches c'est de donner au maçon et entreprises du bâtiment un matériau hydraulique, à base de sable ayant des performances mécaniques modestes, d'autre part, des caractéristiques rhéologiques bien adaptées à une grande facilité de mise en œuvre, sans vibration avec un retrait limité.

En Algérie en 1997, Une étude est faite par M. BENMALEK.ML sur le béton de sable de dunes. Cette étude a montré qu'en exploitant les caractéristiques physico-chimiques, ce type de sable pourrait bien constituer le squelette d'un béton pour peu que sa formulation soit judicieusement étudiée.[2]

### **I.2.3. Constitution du béton de sable**

#### ***I.2.3.1 Le ciment***

Le ciment est un lien hydraulique, mélangé avec de l'eau, il constitue une pâte faite et durcie (propriétés hydrauliques). Il est utilisé sous forme de poudre pour confectionner du béton ou du mortier.

#### ***I.2.3.2 L'eau***

L'eau utilisée est conforme à la norme NFP18-303. La proportion élevée d'éléments fins nécessite un volume de mouillage plus important, élevant le rapport E/C au-dessus de celui des bétons ordinaires ; l'incorporation de plastifiant réducteur d'eau et la sélection de fillers adéquats peuvent réduire la quantité d'eau dans des proportions non négligeables.[2]

#### ***I.2.3.3 Sable***

Le sable de dunes et le sable alluvionnaire ont été utilisés dans ce travail

##### ***I.2.3.3.1 Sable de dunes***

Le sable des dunes est un groupe de grains fins de composition variable, comprenant du gypse, du quartz et du carboné, avec une très faible teneur en argile. Les grains étaient déflagrés par le vent et caractérisés par une granulométrie fine, avec une dimension maximale comprise entre 0 et 5 mm, des granulométries arrondies et bien calibrées.[3]

#### ***1.2.3.3.2 Sable alluvionnaire***

Le sable alluvionnaire est un type de sable constitué de fragments de roches. Ce dernier est caractérisé par sa granulométrie moyenne, sa composition et sa granulométrie font de lui un matériau facile à travailler et à manipuler, qui peut être compacté pour offrir une excellente stabilité et résistance mécanique.

#### ***1.2.3.4 Les Adjuvants***

Les adjuvants sont des substances chimiques qui entrent dans la composition de petites quantités de béton frais. Ils améliorent les propriétés des bétons et des mortiers à lesquels ils sont ajoutés. Les principaux adjuvants sont : les plastifiants, les entraîneurs d'air, les modificateurs de prise les hydrofuges

#### ***1.2.3.5 Les ajouts***

Les bétons de sable sont Constitués uniquement de sable et de ciment ont généralement moins de résistance que les bétons conventionnels. On effectue des ajouts (généralement des fines). Ceux-ci ont pour but d'augmenter la compacité et donc d'obtenir la résistance optimale. Plus particulièrement, on utilise :

##### ***1.2.3.5.1. Les fillers***

On trouve les fillers ou fines sous diverses formes minérales, artificielles ou naturelles. Ils sont destinés à remplir les vides des sables, dans le but d'augmenter la capacité en créant une étendue granulaire continue. Ceci est techniquement avantageux à cause de l'augmentation de la résistance à la traction et économique à cause de la réduction des dosages de ciment.

##### ***1.2.3.5.2. Les gravillons***

Possibilité d'utiliser des granulats 0/15 comme constituants du béton de sable, à condition que le rapport massique G/S ne dépasse pas I, afin d'améliorer certaines propriétés mécaniques et rhéologiques (retrait).

##### ***1.2.3.5.3. Les fibres***

Les fibres sont utilisées comme renfort dans la matrice pour aider à augmenter la résistance à la traction et réduire le retrait prématuré.[4]

## **I.3. Béton fibré**

### **Introduction**

Le béton fibré est un matériau qui a récemment fait l'objet d'un grand développement et de nombreuses études ont été réalisées au cours des trois dernières décennies. La résistance mécanique (post-fissuration) du béton peut être augmentée en y incorporant des fibres (dosages traditionnels de l'ordre de 600 à 1200 g/m<sup>3</sup>). Leur incorporation dans le béton rend ce dernier plus malléable (moins fragile), sujet aux fissures, capable de limiter la propagation des dommages tout en assurant une durabilité accrue.

Différents types de fibres peuvent être utilisés avec des propriétés spécifiques. C'est surtout la relation entre la longueur et le diamètre des fibres (élancement) qui influera sur le rendement final du béton fibré. Cela donne un "béton fibré", souvent utilisé en projection.[5]

### **I.3.1. Béton fibré**

Un béton fibré est un béton dans lequel sont incorporées des fibres. A l'inverse des armatures traditionnelles, les fibres sont distribuées dans la masse du béton, elles permettent de constituer un matériau au comportement plus homogène. Les fibres, selon leur nature ont un comportement contraint déformation très différent. Ils peuvent, dans certaines conditions et pour certaines applications ou procédés, remplacer des renforcements passifs traditionnels. Les fibres de béton font l'objet de méthodes de dimensionnement spécifiques aux applications structurales (dalles, voussoirs, pieux, etc.). Les méthodes d'optimisation de leur formulation ont été spécialement conçues. Des méthodes pour optimiser leur formulation ont été spécialement élaborées.[5]

## **I.4. Les Déchets**

### **I.4.1 Définition**

Selon l'article L541-1-1 du Code de l'Environnement, un déchet est défini comme « toute Substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ».[6]

### **I.4.2. La valorisation des déchets**

Le recyclage est un processus d'élimination des déchets qui permet la réutilisation des déchets pour la production de nouveaux produits, la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets générés par l'activité humaine. Cette pratique vise à minimiser ses effets

sur la santé humaine, l'écologie et le cadre de vie local. La gestion des déchets comprend toutes les formes de déchets-solides, liquides ou gazeux- dont chacune nécessite une certaine méthode d'élimination.[7]

### **I.4.3.les types des déchets**

Les déchets sont regroupés en trois grandes catégories :

#### ***I.4.3.1.Les déchets agricoles***

Sont des résidus issus de la production et du traitement des produits agricoles tels que les céréales, les fruits, les légumes ou encore le bois. Ils peuvent être organiques (débris végétaux) ou non organiques (plastiques, métaux).



Photo I.1: Les déchets agricole [8]

#### ***I.4.3.2.Les déchets ménagers et assimilés***

Les déchets ménagers et assimilés sont des résidus produits par les activités domestiques, tels que les restes alimentaires, les emballages en carton ou en plastique, le papier usagé ainsi que tous autres types de déchets générés dans un foyer.



Photo I.2: déchets ménager et assimilé [9]

### ***1.4.3.3. Les déchets industriels***

#### ***1.4.3.3.1. Déchets industriels spéciaux (D.I.S.)***

Les déchets industriels spéciaux, quant à eux, sont des résidus produits par les activités industrielles et qui nécessitent une manipulation particulière en raison de leur caractère dangereux ou polluant. Il peut s'agir de produits chimiques toxiques, ils apparaissent à cause de leurs propriétés dangereuses, par exemple : déchets contenant de l'arsenic, du plomb, issus de l'industrie pétrolière, composés de boues de peinture, d'hydrocarbures ; etc....[7]



Photo.I.3 : déchets industriels spéciaux [10]

#### ***1.4.3.3.2. Les déchets industriels banals (D.I.B.)***

Les déchets industriels banals, quant à eux, sont des déchets produits par les entreprises et qui ne peuvent pas être recyclés ou réutilisés sans traitement préalable. Total des déchets non inertes et non dangereux issus des entreprises, industriels, commerçants, artisans et prestataires de services ; ferrailles, métaux non ferreux, le carton, le verre, le bois et les plastiques...,etc.



Photo.I.4 : déchets banals [11]

#### ***1.4.3.3. Les déchets industriels inertes***

Les déchets industriels inertes sont des déchets qui ne subissent pas de modifications physiques, chimiques ou biologiques importantes avec le temps. Ils peuvent être recyclés ou réutilisés sans traitement préalable et sont donc moins nocifs pour l'environnement que les autres types de déchets. Les déchets inertes, qui sont principalement des résidus minéraux engendrés par les activités de construction (telles que le BTP et l'industrie manufacturière de produits de construction), comprennent notamment du béton, des tuiles et briques, des agrégats d'enrobés ainsi que divers types de déblais et vitrage.



Photo I.5 : Déchets solides de construction [12]

## **I.5. Le retrait**

En l'absence de toute charge, le béton se déforme de façon spontanée, ses déformations sont liées à l'humidité du support de stockage. Pour les bétons conservés à l'air, les dimensions initiales diminuent. Il s'agit d'un phénomène connu sous le nom de retrait. [3]

On a des principaux types de retrait:

### **I.5.1 Retrait de séchage**

Qui est le retrait le plus célèbre. Il apparaît au cours des premiers mois, c'est-à-dire lors du durcissement du béton.

### **I.5.2 Retrait plastiqueuse**

Est due à une diminution du volume d'eau par évaporation, alors que le béton à l'état plastique et encore déformable.

### **I.5.1 Retrait chimique (retrait endogène)**

Est celui qui se passe dans le béton qui durcit dû au développement de la réaction d'hydratation.

La plupart des recherches ont envisagé des études sur ce qu'on appelle le béton de sable, cependant on remarque que le béton de sable de dunes présente des propriétés presque similaires à celles de béton ordinaire, tel que la résistance à la compression, l'ouvrabilité, l'élasticité, mais en revanche, le béton de sable de dunes donne des valeurs de retrait très importantes par rapport au béton ordinaire.[3]

## **I.6.Conclusion**

Dans cette étude bibliographique, nous avons examiné l'intérêt du sable de dunes dans la formulation du béton. Bien que les résultats de différentes recherches soient insuffisants, il est possible que le béton à base de sable puisse remplacer certains types de bétons classiques dans certaines applications. En résumé, le béton à base de sable se compose principalement de ciment, sable et eau avec quelques ajouts possibles. Les caractéristiques géométriques des fibres varient en fonction du type et dimensionnement choisis.

Il convient également souligner que l'utilisation combinée du béton à base de sable et des fibres métalliques est une pratique ancienne bien connue dans l'industrie construction. Pour continuer sur cette lancée d'innovation durable, nous proposons donc une nouvelle étude portant sur un mélange renforcé par des fibres issue de déchets d'aluminium pour améliorer encore plus les propriétés mécaniques globales du matériau finalisé.

# *CHAPITRE II*

## *Caractérisation des matériaux*

## II.1. Introduction

Le béton est principalement composé de ciment et d'eau, de granulats (sable, gravier). Le béton a une bonne résistance à la compression et une faible résistance à la traction, c'est pourquoi des chercheurs du monde entier ont cherché à améliorer mécaniquement ces propriétés grâce à divers additifs (minéraux, fibres, etc.).

Les propriétés mécaniques du béton fibré dépendent de plusieurs facteurs tels que les conditions de mise en œuvre, l'orientation et la répartition des fibres dans le béton. Grâce aux propriétés des fibres (géométrie, propriétés, propriétés mécaniques, forme et allongement), on peut utiliser les fibres comme renfort dans le béton, mais n'oublions pas le facteur économique qui joue un rôle important.

Dans ce chapitre, Nous décrivons les différentes propriétés physico-mécaniques des matériaux utilisés et les différents matériaux utilisés pour fabriquer le béton, nous décrivons également la formulation et la préparation des mélanges, et les différents essais à l'état frais et durci du béton utilisé pour l'étude.

## II.2. Etude de la composition de béton

Afin de définir les caractéristiques des composants du béton, Les tests suivants ont été effectués :

- ❖ Masse volumique absolue et apparente.
- ❖ Equivalent de sable.
- ❖ Analyse granulométrique.
- ❖ Essai au bleu de méthylène.
- ❖ Module de finesse.
- ❖ Essai analyse chimique.

### II.2.1. Sable

Dans cette étude le sable a été utilisé un sable alluvionnaire (SA) de carrière (CASAP SILIS) RN56 situé à 30 km à route de Touggourt et un sable de dunes (SD) de la région d'Ain El Beida (Wilaya d'Ouargla).

### ***II.2.1.1. 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 B2 (50% SD + 50% SA).
- Composition du B3 (40% SD + 60% SA).
- Les fibres F1= 3 cm et F2= 5 cm.
- Epaisseur 1mm.

### ***II.2.1.2. Masse volumique absolue***

La masse volumique absolue est définie comme la masse par unité de volume du matériau composant le granulat, sans tenir compte des éventuels interstices entre les particules.

Selon la norme NFP 18-301[13], le but de cet essai est de pouvoir connaître la qualité de la fraction granulaire lors par exemple de l'élaboration de compositions de béton. Ce paramètre permet notamment de déterminer la masse ou le volume des différents types de particules mélangées pour obtenir le béton dont on applique les caractéristiques.

Dans ce travail, La méthode du tube à essai gradué a été utilisée, qui est simple, rapide et utilise un équipement de laboratoire courant.

#### **✓ Mode opératoire**

1. Remplir une éprouvette graduée avec un volume  $V_1$  d'eau.
2. Peser un échantillon sec  $M$  de sable (environ 100 g) et l'introduire dans l'éprouvette en prenant soin d'éliminer toutes les bulles d'air.
3. Lire le nouveau volume  $V_2$ .



Photo II.2 : Essai de la masse volumique absolue.

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

$$\rho_s = \frac{M}{V_2 - V_1} \dots\dots\dots(\text{II.1})$$

Le tableau II.1, montre les résultats de la masse volumique absolue pour les sables utilisés.

Tableau II.1 Résultats de la masse volumique absolue

Composition de sable	$\rho_s$ ( g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dunes	2.64
Sable alluvionnaire	2.60

**II.2.1.3. Masse volumique apparente**

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



Photo II.2: Essai de la masse volumique apparente

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

Tableau II.2. Résultat de la masse volumique apparente

Composition de sable	$\rho_a$ ( g/cm <sup>3</sup> )
Sable de dunes	1.47
Sable alluvionnaire	1.65

#### II.2.1.4. *Equivalent de sable*

Il est défini par la norme NFP 18-598[14]; cet essai permet 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.

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

L'essai est effectué sur la fraction 0/2 mm du sable à étudier. On lave l'échantillon, selon un processus normalisé, et on laisse reposer le tout. Au bout de 20 minutes, on mesure les éléments suivants :

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

L'équivalent de sable permettant de déterminer le degré de propreté du sable, est donnée par la formule (II.1) :

$$ES = \frac{H_2}{H_1} \times 100 \dots \dots \dots (II. 2)$$

Selon que la hauteur  $H_2$  est mesurée visuellement ou à l'aide d'un piston, on détermine ESV (équivalent de sable visuel) ou ESP (équivalent de sable au piston)



Photo II.3 : Essai d'équivalent de sable

La nature et la qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable sont présentées dans le tableau ci-dessous [2] :

Tableau II.3 Nature et qualité du sable selon les valeurs d'équivalent de sable

ES	Nature et qualité du sable
SE < 60	Sable argileux - Risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité
60 ≤ SE < 70	Sable légèrement argileux - de propreté admissible pour béton de qualité quand on ne craint pas particulièrement de retrait
70 ≤ SE < 80	Sable propre - à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
SE > 80	Sable très propre - l'absence presque totale de fines argileuse Risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

Les résultats d'équivalent de sable des sables utilisés sont donnés dans le tableau II.4.

Tableau II.4 Pourcentage d'équivalent de sable

Nature de sable	ES (%)		Observation
Sable de dunes	Piston	87.25	Sable très propre
	Visuel	90.90	
Sable alluvionnaire	Piston	70	Sable légèrement argileux
	Visuel	67.21	

## II.2.2. 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. Le ciment utilisé est un ciment CPJ-CEM II/A-L42,5 N (MATINE).

### II.2.2.1. Caractéristiques chimiques

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous

Tableau II.5 : L'analyse chimique du ciment [Annexe A] [2]

Mg O	SO <sub>3</sub>	CL	C <sub>3</sub> S	C <sub>3</sub> A
1.7	2.50	0.02	62	7.5





Photo II.4 : Essai de bleu méthylène

### II.2.5. Analyse chimique

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

Tableau II.9 : Résultats de l'analyse chimique.

Types de sable		Sable de dunes	Sable alluvionnaire
		Les éléments chimique	
PH		8,35	8,53
Des chlorures	Cl-% (10 <sup>-t</sup> )	0.015	0.013
	Na Cl%(10 <sup>-t</sup> )	0.024	0.022
Des carbonates	V, NaOH	9.9	10
	CaCO <sub>3</sub> %	1	3
Sulfates	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> %	3.70	1.74
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> %	4.44	2.10
	CaSO <sub>3</sub> , 2H <sub>2</sub> O	7.96	3.76



Photo II.5 : Essai analyse chimique.

### II.2.6. Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique NF P 18-540 [16] est l'étude des dimensions des diamètres des grains et leur distribution.

✓ 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 5 mm.



Photo II.6 Essai Analyse granulométrique

Résultats de l'analyse granulométrique des échantillons, dans ce travail quatre échantillons ont été utilisés :

- Premier échantillon : 100% du sable alluvionnaire (SA).
- Deuxième échantillon : 100% du sable de dunes (SD).
- Troisième échantillon : 50% du sable alluvionnaire (SA) + 50% du sable de dunes(SD)
- Quatrième échantillon: 60% du sable alluvionnaire(SA) + 40% du sable de dunes(SD).

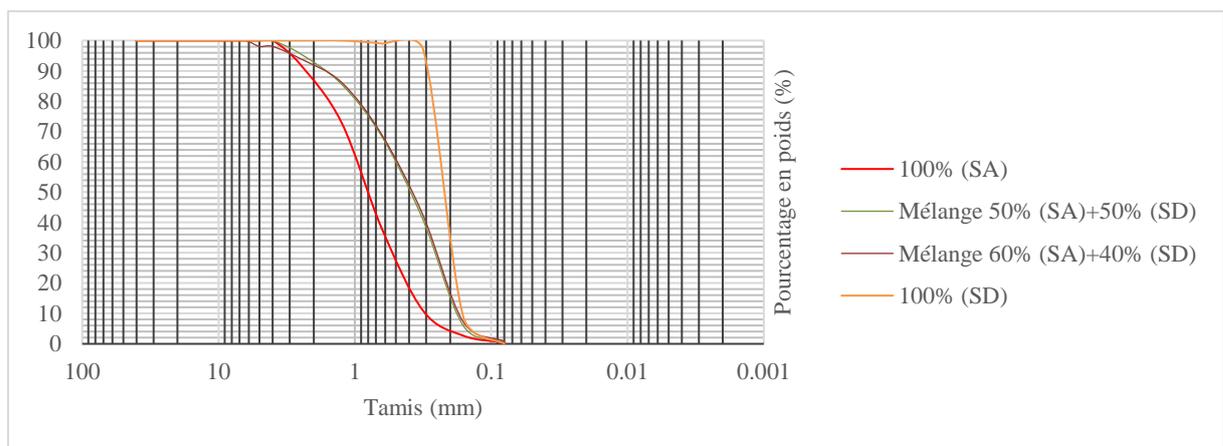


Figure II.1. Courbes d'Analyse granulométrique

**Module de finesse**

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

$$MF = \sum RC/100 \dots \dots \dots (II.4)$$

RC : refus cumulé en (%).

Tableau. II.10. Module de finesse de différents échantillons NF P 18-304 [17]

Echantillons	Module de finesse (M <sub>F</sub> )	Classement des sables
SD	0,94	Sable très fin (B)
SA	2,83	Sable un peu grossier (C)
50% SA+50% SD	2.03	Sable un peu trop fin(A)
60% SA+40% SD	2.04	Sable un peu trop fin (A)

**II.2.7. Les Adjuvants**

Le plastifiant que nous avons utilisé est appelé NOVA PLAST 117 et un plastifiant réducteur d'eau, il est compatible avec tous les types de ciment [Annexe C]

Tableau II.11 : les caractéristiques de NOVA PLAST 117

Aspect	Couleur	pH	Densité	Teneur en chlore	Extrait sec
Liquide	Marron	7-9	1.18 ± 0.02	< 1 g /l	%40

**II.2.8 Les fibres utilisées**

Les fibres utilisées dans cette étude sont des fibres de nature métalliques issues de déchets industriels des canettes de boisson usées ; Le choix de la fibre a été fait dans le but d'une valorisation d'un déchet industriel.



Photo II.7 : La géométrie de fibres utilisée.

## II.3. Composition et formulation des bétons de sable

Une fois le choix définitif des constituants rentrant dans la composition des bétons de fibres fixées, on procède à la détermination de leurs dosages et cela dans le but d'avoir une maniabilité et une résistance mécanique souhaitées.

### II.3.1. Essais de maniabilité

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



Photo II.8 : Appareil Maniabilité

### II.3.2. Formulation des bétons renforcés

Concernant la formulation du béton de sable renforcé de fibres de déchet d'Aluminium, 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 0.15% et 0.25% en volume, tout en substituant le volume de sable par un même volume de fibres.

### II.3.3. Essai de retrait

L'essai est réalisé conformément à la norme NF P 15-433, l'appareil de mesure de retrait utilisé dans cet essai est un rétractomètre ; il est muni d'un comparateur mesurant les déplacements suivant l'axe longitudinal des éprouvettes 40x40x160 mm, entre deux plots métalliques noyés dans le mortier. Les mesures des valeurs initiales (de référence) étaient faites après le démoulage, l'étalonnage du rétractomètre est effectué par une tige de contrôle métallique en invar, qui sert de base de mesure. L'incertitude des mesures est évaluée à  $\pm 5$   $\mu\text{m/m}$ . [18]



Photo II.9 : Essai de retrait

### II.3.4. Confection des éprouvettes

Après la détermination du dosage des différents constituants, les éprouvettes sont soigneusement préparées suivant les conditions et les normes recommandées à cette procédure. Le nombre d'éprouvettes effectuées pour le retrait de béton de sable est à raison de trois éprouvettes à chaque âge d'essai (1,3,7,14, 21 et 28 jours), soit un nombre total de 45 éprouvettes  $(4 \times 4 \times 16) \text{ cm}^3$ .

Les résultats liés à la fois au retrait du béton de sable sur chacun des mélanges suivants ont été discutés et analysés :

- B1: Béton avec 100% SD.
- B1F1: Béton avec 100% SD + 0.15% fibres
- B1F2: Béton avec 100% SD + 0.25% fibres
- B2: Béton avec (50% SD + 50% SA).
- B2F1: Béton avec (50% SD + 50% SA) + 0.15% fibres
- B2F2: Béton avec (50% SD + 50% SA) + 0.25% fibres

- B2F2: Béton avec (50%SD+50%SA)+0.15%fibres
- B2F2: Béton avec (50%SD+50%SA)+0.25%fibres
- B3: Béton avec (40%SD+60%SA).
- B3F1:Béton avec (40%SD+60%SA)+0.15%fibres
- B3F1:Béton avec (40%SD+60%SA)+0.25%fibres
- B3F2: Béton avec (40%SD+60%SA)+0.15%fibres
- B3F2: Béton avec (40%SD+60%SA)+0.25% fibre

Tableau II.12 : Composition du béton.

Types bétons	Sable (g)		Ciment (g)	Eau (ml)	Fibres (g)	Plast (g)	E / C	T(s)
	SD	SA						
B1								
B1_0.15% F1								
B1_0.25% F1								
B1_0.15% F2								
B1_0.25% F2								
B2								
B2_0.15% F1								
B2_0.25% F1								
B2_0.15% F2								
B2_0.25% F2								
B3								
B3_0.15% F1								
B3_0.25% F1								
B3_0.15% F2								
B3_0.25% F2								

## II.4. Conclusion

Le travail présenté à travers ce chapitre consiste à définir les caractéristiques des matériaux utilisés dans la confection des bétons et à travers cela les conclusions suivantes ont été tirées.

- Le sable des dunes (SD) a une granulométrie étroite et un module de finesse faible, qui se situe en dehors de la plage recommandée.
- Le sable alluvionnaire (SA) a une granulométrie large et étalée et un module de finesse qui se situe dans la zone recommandée.
- La composition ayant les proportions (50% SD+ 50% SA et 60% SA+ 40% SD), donne un module de finesse relativement acceptable (sable un peu trop fin).
- La fibre a été sélectionnée à partir de déchets d'aluminium dont deux longueurs 30mm et 50 mm et avec deux pourcentages sont 0.15% et 0.25



# *CHAPITRE III*

## *Résultats et discussion*

### **III.1. Introduction**

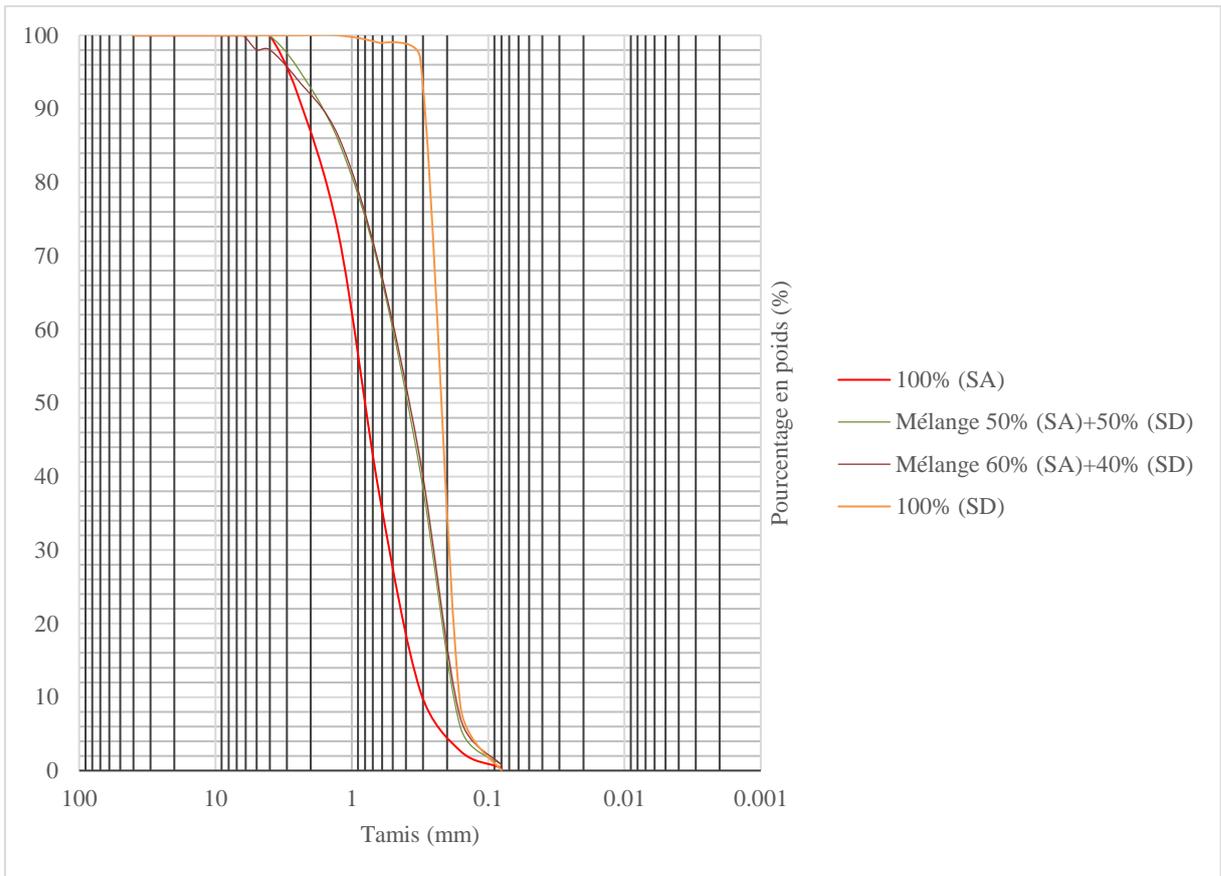
Dans ce chapitre on va présenter les résultats expérimentaux d'essais effectués sur du béton sable avec et sans fibres. Les résultats sont liés à la fois au retrait du béton de sable et à la perte de masse sur chacun des mélanges.

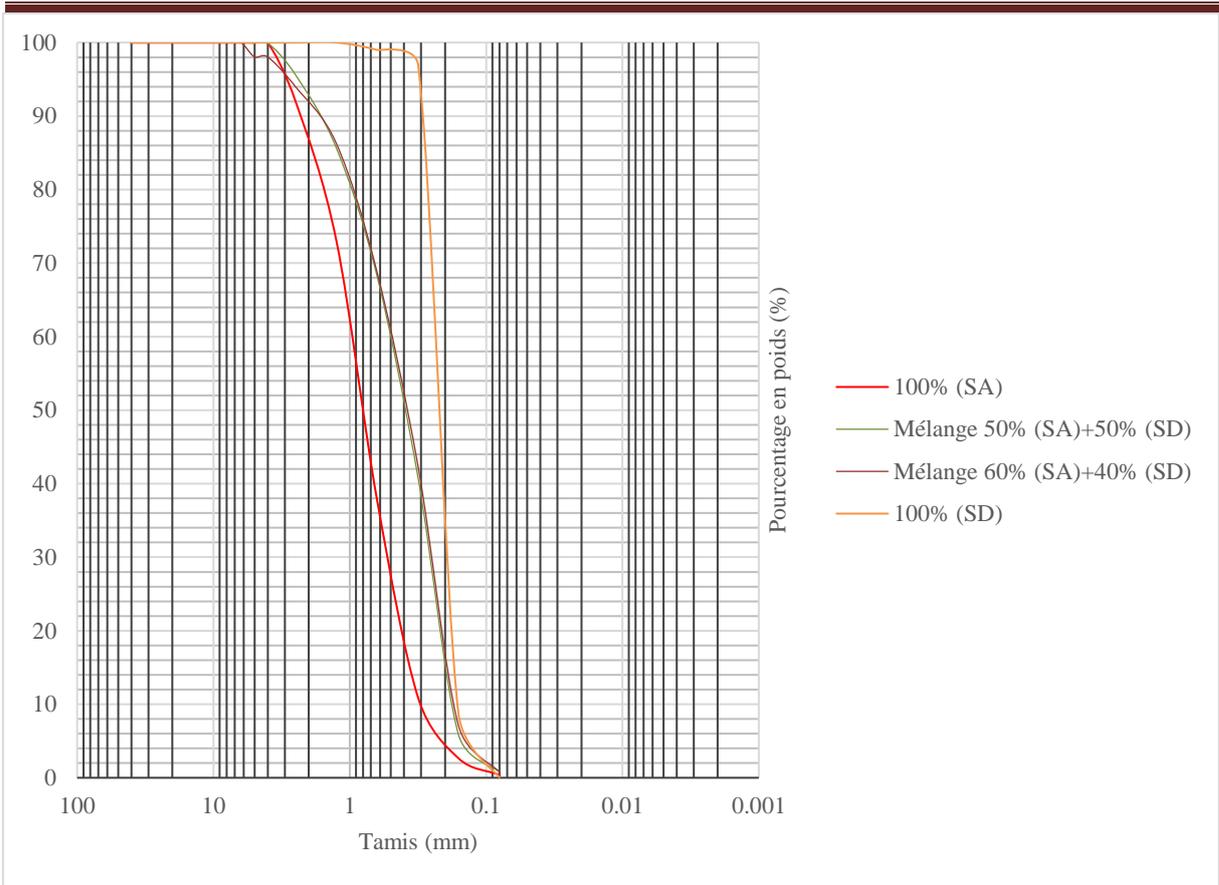
### **III.2. Retrait**

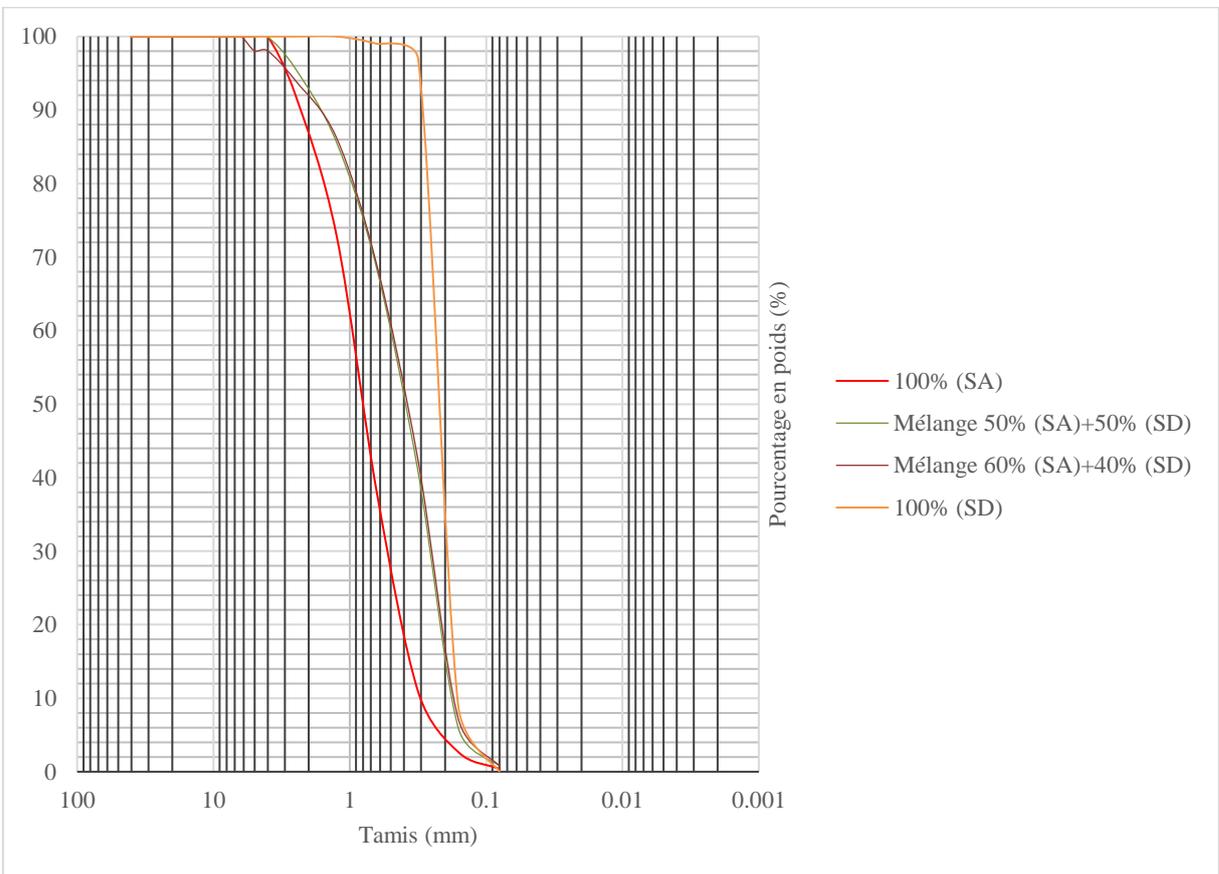
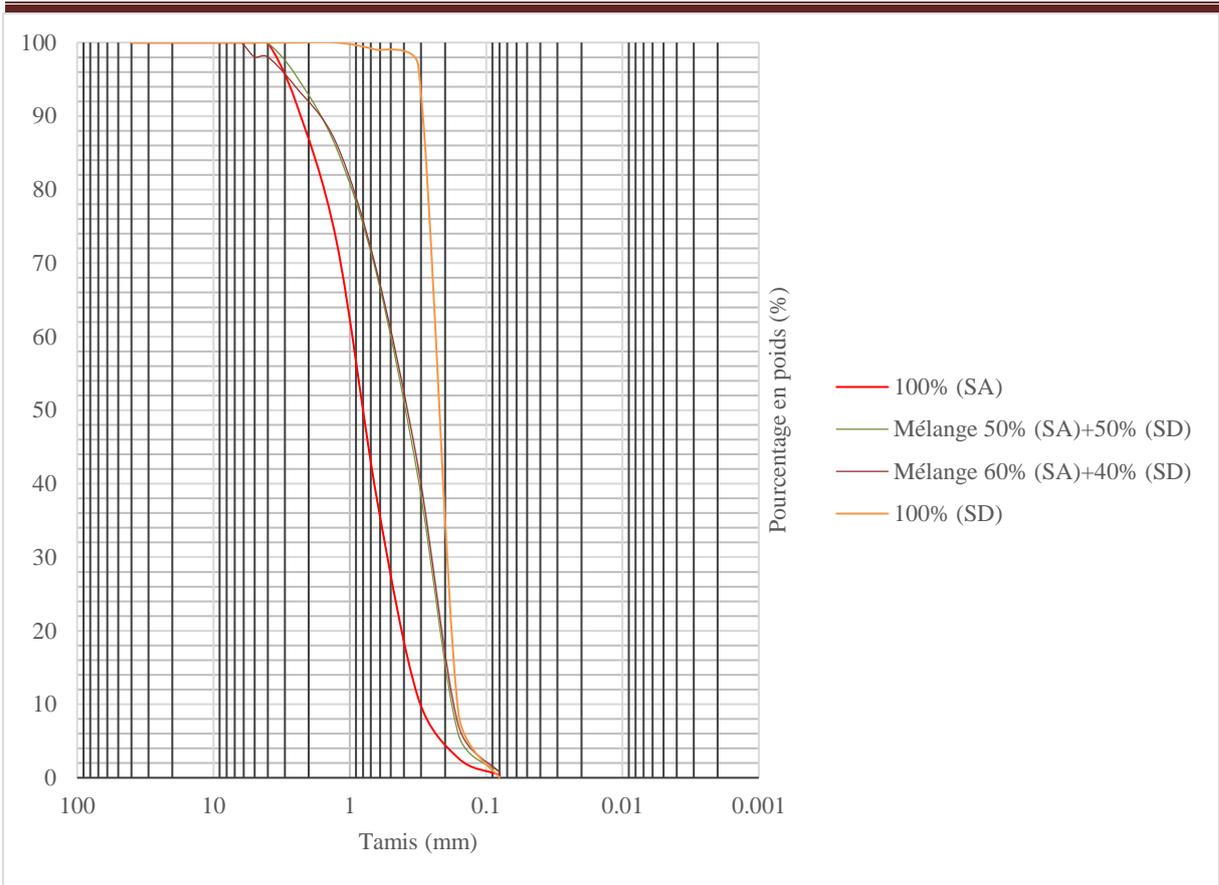
D'après les résultats trouvés nous avons remarqué que dans l'ensemble les bétons sans fibres présentent un retrait plus important par rapport aux bétons fibrés

#### **III.2.1. Effet de la correction granulométrique sur le retrait**

Figure III.1 : Variation du retrait des bétons sans fibres en fonction du temps













# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Cet mémoire est principalement axée sur la valorisation des matériaux locaux (sable de dunes) et d'un déchet industriel (déchet d'aluminium). L'abondance de ce dernier revient à la fois au développement technologique et à l'explosion démographique. Pour des raisons économiques et environnementales des canettes de boisson sous forme de fibres ont été utilisées.

Dans cette étude expérimentale, diverses compositions de béton de sable sont confectionnées avec différents dosage et longueur de fibres issues de déchets d'Aluminium, suite aux résultats obtenus on a déduit ce qui suit :

- La correction du sable de dunes avec du sable alluvionnaire, nous donne une amélioration du retrait des mélanges confectionnés avec 50% SA + 50% SD et 60% SA+40% SD par rapport au béton réalisé avec 100% SD.
- La diminution la plus importante de retrait est donnée par la majorité des mixtures qui sont réalisées avec un pourcentage de 0.25% et la fibre F2 de longueur L= 5cm.
- Le meilleur résultat de retrait est obtenu par le béton ayant la composition B3-0.25%F2.
- Le dosage et la longueur des fibres ont une influence positive sur le retrait du béton de sable.
- Il y a une relation inverse entre le retrait et la perte de masse, où les bétons sans fibres donnent la plus faible perte en masse par rapport aux bétons avec fibres.

## **LES REFERENCES**

- [1].**BELFERRAG Allaoua**, Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans les bétons de sable de dunes ; mémoire magister, université Ouargla 2006 .
- [2].**KEMASSI W., BOUALATI A.**, Etude des caractéristiques mécaniques de béton de sable de dunes renforcé par de fibres issues de déchets industriels ; mémoire master, Université Ouargla 2018.
- [3].**BENTATA AISSA**, Etude expérimentale d'un béton avec le sable de dunes ; mémoire magister, Université Ouargla 2004.
- [4].**OUGHBA A., NAFE M.A.**, Etude des caractéristiques Mécaniques du béton de sable de dunes sous l'effet d'adjuvant ; mémoire master, Université Ouargla 2013.
- [5].**MOKHTARIA B., AMEUR H.**, Influence des fibres en aluminium sur les caractéristiques du béton ; mémoire master, Université Saida 2021.
- [6].**Code de l'environnement**, institut française d'informatique juridique, Édition 2023-05-26
- [7].**BOUDJEMA M., KENNOUDI A.**, Influence de déchets d'aluminium sur les performances de Béton de sable fluide ; Université Médéa 2020.
- [8].<https://farmlovers.org/article/4-steps-to-avoid-toxic-compost/8>
- [9].<https://www.vitaminedz.com/fr/Algerie/dechets-menagers-et-assimiles-a-blida-791917-Articles-0-18300-1.html>
- [10].<https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2019-06-05/onze-tonnes-de-dechets-ramenes-de-l-everest>
- [11].<https://www.brangeon.fr/gestion-globale-dechets/dechets-industriels/collecte-tri-traitement-valorisation/>
- [12].<https://www.h24info.ma/casablanca-13-million-de-tonnes-de-dechets-de-construction-a-labandon/>
- [13].**Norme françaises**, Masse volumique absolue, NFP 18-301, décembre 1983
- [14].**Norme françaises**, Équivalent de sable, NF P 18-598, Octobre 1991
- [15].**Norme françaises**, bleu de méthylène, NFP 18-595, mars 1986
- [16].**Norme françaises**, Analyse granulométrique, NF P 18-540, Septembre 1990
- [17].**Norme françaises**, Module de finesse, NF P 18-304

- [18]. **BABAHAMMOU T., LEHELLI H.**, Effet de l'ajout du plastifiant sur les caractéristiques mécaniques et rhéologiques du béton de sable de dunes ; mémoire master, université Ouargla 2022.
- [19]. **Belferrag A., Kriker A.O., Abboudi S., Tié Bi S.**, Effect of granulometric correction of dune sand and pneumatic waste metal fibers on shrinkage of concrete in arid climates, [Journal of Cleaner Production](#), **Volume 112, Part 4**, 20 January 2016, Pages 3048-3056

ANNEXE(A) : Fiche technique du ciment utilisé

Fiche technique

**MATINE**

CEM II/A-L42,5 N

Conforme à la norme algérienne (NA442-2013) et Européenne (EN 197-1)



**ماتين**  
**MATINE**

ALGÉRIE



**Ciment portland au Calcaire**

NA442 CEM II/A-L 42,5 N

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

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

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

**AVANTAGES PRODUIT**



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

# Fiche technique

**MATINE**  
CEM II/A-L42,5 R

Conforme à la norme algérienne (NA442-2013) et Européenne (EN 197-1)

## APPLICATIONS RECOMMANDÉES

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



## FORMULATION CONSEILLÉE

	Ciment 50 <sub>c</sub>	Sable (sec) 0/5	Gravillons (sec) 8/15mm / 15/25mm	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)	8.0±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 (cm²/g) (NA231)	3 700 - 5 200
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1 000
Expansion (mm)	≤ 3.0

Conditionnement: Sac et vrac

## 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.

A member of  
**LafargeHolcim**



**LAFARGE ALGÉRIE**  
Bureau n°02, 1<sup>er</sup> étage, tour Geneva,  
les Pins maritimes, Mohammadia, Alger.  
tél: + 213 (0) 21 98 54 54  
fax: + 213 (0) 23 92 42 94  
www.lafargealgerie.com  
dz.satisfaction-clients@lafargeholcim.com  
Tél: 021 98.55.55



## ANNEXE(B) : Fiche d'analyses d'eau utilisé

<p style="text-align: center;">الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et populaire</p> <p style="text-align: center;"><b>وزارة الموارد المائية</b> <b>الجزائرية للمياه</b> <b>وحدة مديرية ورقلة</b></p>						
<b>FICHE D'ANALYSES</b>						
<p>N° REF : 253 /2017</p> <p><b>LIEU DE PRELEVEMENT: FORAGE MEKHADEMA N°01</b></p> <p>Date de prélèvement : 19/02/2017</p> <p>prélèvement effectué par : préleveur ADE</p>		<p>Date d'analyse : 19/02/2017</p> <p>Analyse effectuée Par : Laboratoire Central</p>				
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	CON.	N.A	MINERALISATION GLOBALE		CON.	N.A
PH	/	6.5 – 8.5	Calcium Ca <sup>2+</sup>	mg/l	240.48	200
Potentiel redox Eh	Mv	/	Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	162.81	150
Conductivité à 25°C	µs/cm	4600	Sodium Na <sup>+</sup>	mg/l	400	200
Température	°C	/	Potassium K <sup>+</sup>	mg/l	23	20
Turbidité	NTU	0.172	Chlorures Cl <sup>-</sup>	mg/l	998.03	500
Γ.D.S	mg/l	/	Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	720	400
Salinité	‰	2300	Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	184.92	/
Oxygène dissous	mg/l	2.3	Carbonate CO <sub>3</sub>	mg/l	/	/
CO <sub>2</sub> libre	mg/l	/	Silicate SiO <sub>2</sub>	mg/l	/	/
Résidu sec à 105°C	mg/l	3076	Dureté Totale (TH)	mg/lCaCO <sub>3</sub>	1270	500
MES à 105°C	mg/l	/	Dureté Permanente	mg/lCaCO <sub>3</sub>	/	/
			Titre alcalin	mg/lCaCO <sub>3</sub>	/	/
			Titre alcalin complet	mg/lCaCO <sub>3</sub>	151.57	/
PARAMETRES DE POLLUTION	CON.	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES		CON.	N.A
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.087	Fer total	mg/l	/	0.3
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00	Fer Fe <sup>2+</sup>	mg/l	00	0.3
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	/	Fer Fe <sup>3+</sup>	mg/l	/	0.3
Orthophosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	00	Manganèse Mn <sup>2+</sup>	mg/l	/	0.3
Mat. Oxyd. M. Acide	mg/l	/	Aluminium AL <sup>3+</sup>	mg/l	/	0.5
			Fluore F <sup>-</sup>	mg/l	/	/
ANALYSES FINES		N.A	PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES		/	N.A
DBO <sub>5</sub>	mg/l	/	Germes totaux		/	0
DCO	mg/l	/	A 37°C	UFC/ml	/	0
Plomb Pb	mg/l	/	A 22°C	UFC/ml	/	0
Nickel Ni	mg/l	/	Coliformes totaux	ge/100ml	00	0
Cadmium Cd	mg/l	/	Echerichea-coli	ge/100ml	00	0
Cobalt Co	mg/l	/	Streptocoques fécaux	ge/100ml	00	0
Chrome Cr	mg/l	/	Clostridium sulf-red	ge/100ml	/	0
Cuivre Cu	mg/l	/	Chlore résiduel libre	mg/l	brute	0
<b>OBSERVATION :</b>						
<p>N.A : Norme Algérienne</p> <p>CON. : Concentration</p>			<p style="text-align: center;"><b>DATE :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>LE CHEF DE LABORATOIRE</b></p>			
<p>NB : Ces résultats sont valables uniquement pour les analyses des échantillons prélevés à la date indiquée ci-dessus.</p>						

## ANNEXE(C) : Fiche technique de plastifiant utilisé

## Fiche technique



Notice technique

Edition : septembre 2019

Nom du produit : NOVA PLAST 117

## NOVA PLAST 117

Plastifiant-réducteur d'eau

Conforme à la norme EN 934-2 / NA 774

**DESCRIPTION** 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.

**MODE D'EMPLOI** Le NOVA PLAST 117 est incorporé dans la bétonnière à la confection du béton ou dans la centrale à béton ainsi que il peut être ajouté directement dans les camions malaxeurs

- Dans la bétonnière et les centrales à béton NOVA PLAST 117 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
  - Dans le camion malaxeur, le NOVA PLAST 117 est introduit dans la toupie puis malaxé à grande vitesse pendant 1 minute par mètre cube de béton.
- Les règles de l'art pour la fabrication et la mise en place du béton doivent également être respectées pour le NOVA PLAST 117

**DOMAINE D'UTILISATION** Le NOVA PLAST 117 est recommandée spécialement pour la confection des bétons prêts à l'emploi

- Béton pompé sans forme de ségrégation
- Béton de masse
- Béton préfabriqué
- Béton routier
- Béton transporté
- Fabrication de

**DONNEES TECHNIQUES**

État physique à 20 °c :	liquide
Couleur :	marron
Densité :	1.18 ± 0.02
PH :	7-9
Extrait sec :	40%
Teneur en chlore :	< 1g/L

**PROPRIETES** Les propriétés physico-chimiques de NOVA PLAST 117 permet de :

- de diminuer le rapport Eau/Ciment
- améliorer la rhéologie des bétons
- d'augmenter l'affaïement du béton et garantit une bonne ouvrabilité
- évite les dessiccations et fissures des bétons
- facilite la mise en place du béton
- Réduit la ségrégation et la formation de défaut superficielle du béton
- d'augmenter les résistances mécaniques et la durabilité
- d'augmenter l'imperméabilité

Chemical Innovation

NOVA  
PLAST 117Conforme à  
la norme EN  
934-2/NA  
774

NOVACHEM-BUILDING SOLUTION-ALGERIE-  
Ouled belil BOUIRA. W de BOUIRA  
PHONE : 0666 339 833 / 0671 791 167 / 0556 283 034  
FAX : +213 (0)26 72 41 09  
EMAIL : novachem@chemical-innovation.dz

NOTICE TECHNIQUE : NOVA PLAST 117

# Fiche technique



## Notice technique

Edition : septembre 2019

Nom du produit : **NOVA PLAST 117**

### CARACTERISTIQUE

**Plage de dosage** : et de 0.8 à 2% au poids de ciment

Pour les dosages supérieurs à 1.5% de **NOVA PLAST 117** ils permettent d'obtenir un retard de prise.

Le dosage optimal doit être déterminé sur chantier avec un essai de convenance ou laboratoire en fonction du type de béton et les caractéristiques recherchées.

**Conditionnement** : Jeerican de 5 et 12 kg

Futs de 240 kg

IBC 1200 kg

### RECOMMANDATIONS

- Porter des gants, des vêtements et des lunettes de protection.
- Pour une parfaite application, le produit doit être utilisé impérativement lorsque la température de l'air et des supports est comprise entre 5°C et 35°C.

### PRECAUTIONS D'EMPLOI ET DE STOCKAGE

**NOVA PLAST 117** est un produit se conserve un 6 mois dans son emballage d'origine à l'abri du gel, de la chaleur et de l'humidité.

- Stockage dans un lieu sec et aéré.
- Tenir éloigné des enfants.

*Les informations données sont réelles, représentent notre savoir actuel et sont basées non seulement sur des essais en laboratoire mais également sur les expériences du terrain. Cependant, du fait de nombreux facteurs affectant les résultats, nous offrons ces informations sans garantie et aucune responsabilité ne pourra nous être imputée.*

NOVACHEM-BUILDING SOLUTION-ALGERIE-  
Ouled beïli BOUIRA. W de BOUIRA  
PHONE : 0668 339 833 / 0671 791 167 / 0556 283 034  
FAX : +213 (0)26 72 41 09  
EMAIL : novachem@chemical-innovation.dz

NOTICE TECHNIQUE : NOVA PLAST 117

NOVA PLAST 117

Conforme à la norme EN 934-2/NA 774

# Chemical Innovation

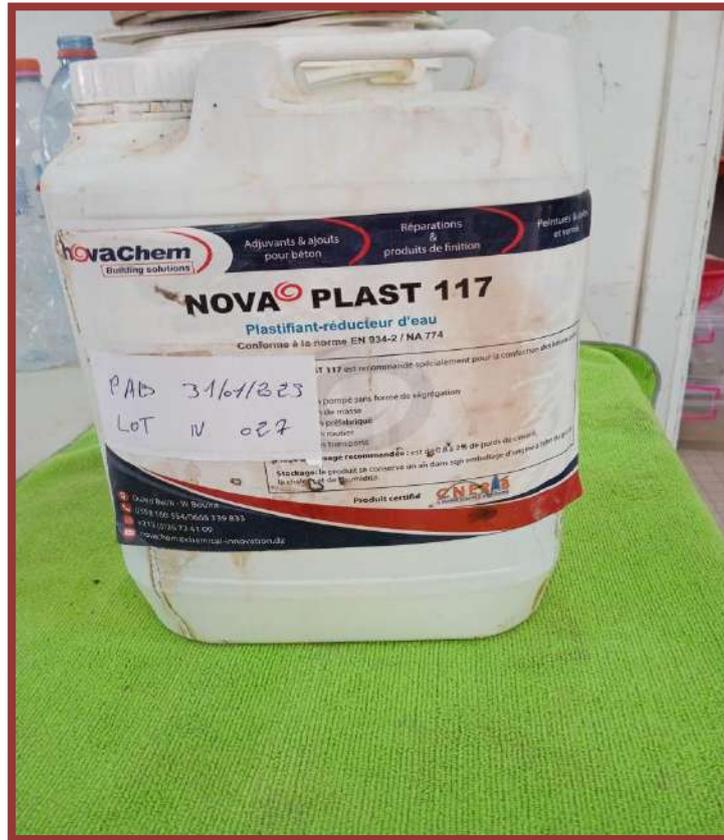


Photo A.1 : Les adjuvants de plastifiant



Photo A.2 : conservation des éprouvettes