



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Télidji- Laghouat

FACULTE DE GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Saadi Djouhina

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Genie Civil

Option : MGC

Thème

Caractérisation acoustique d'un béton de sable à base de granulats plastiques et copeaux de bois

Nom et Prénom

Grade

Qualité

Mr. Mohamed Mouldi Khenfer

Pr

Président

Mme. Messaouda Gouteicha

MAA

Examineur

Mr. Aissa Boucedra

MCB

Rapporteur

Mr. Madani Bedrina

Pr

Co-rapporteur

Promotion 2022

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

J'exprime toutes mes profondes reconnaissances à mon encadreur Monsieur docteur **BOUCEDRA Aissade** m'avoir fait confiance pour mener à bien ce présent travail.

Je tiens à remercier mon Co-encadreur Monsieur Professeur **BEDERINA Madanide** m'avoir fait confiance pour mener à bien ce présent travail.

Je remercie très vivement et respectueusement Monsieur **Mohamed Mouldi KHENFER**, Professeur à l'Université de Laghouat, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance.

Je remercie aussi Madame **Messouda GOUTEICHA**, maitre-assistant à L'Université de Laghouat, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de participer au jury.

Je remercie Monsieur Le Professeur **Tayeb BOUZIANE**.

Je souhaite également exprimer mes plus sincères remerciements à tous les enseignants du département de Génie Civil et à toute l'équipe de soutien du laboratoire de génie civil pour tous leurs efforts contribuant à ma formation et à l'exécution de mon projet de fin d'étude.

Je remercie tous mes collègues de la promotion **2021/2022**

Enfin, à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce projet de fin d'étude

Dédicaces

***J** remercie d'abord ALLAH*

***L** et tout puissant qui nous a guidés et nous a donné la force et la volonté de réaliser ce travail*

***A** celle qu'elle a veillée sur moi pendant toujours*

***A** mes parents*

***A** mon seul frère*

***A** mes sœurs*

***A** tous mes amis : Kaouthar, Amina, Zehour, Manal, Mohamed l'aid,
Badrou, Walliid, Ahmad, Djelal et Majide.*

***A** ma chère amie IMAN AIFA*

tous mes amis

مُلخَص

يعد تـمـيـن النـفـاـيـات فـي الـهـنـدسـة المـدـنـيـة قـطـاعـا مـهـمـا مـن حـيـث ان الـمـنـتـجـات الـتـي نـرـيـد الـحـصـول عـلـيـها لا تـخـضـع لـمـعـايـير الـجـودـة الصـارـمـة . لإـعـادـة اسـتـعـمـال النـفـاـيـات أثـر ان مـهـمـان لـلـغـايـة و هـمـا الـاـثـر البيئي والاثـر الـاـقـتـصـادـي فـي العـديـد مـن دـول العـالـم . يـتـم حـالـيـا اسـتـخـدـام أنـواع مـخـتـلـفـة مـن النـفـاـيـات فـي قـطـاع الـبـنـاء .

يـدـرس هـذا العـمـل امـكـانـيـة اسـتـخـدـام النـفـاـيـات البلاستيكية ونفـاـيـات نجـارة الخـشـب فـي تـركـيـبـة الخـرـسـانـة الرـمـلـيـة .

لـتـجـسـيد هـذا العـمـل قـمـنا بـتـحـضـير عـيـنـات مـخـتـلـفـة مـن الخـرـسـانـة الرـمـلـيـة بإضـافـة نـسـب مـخـتـلـفـة مـن حـبـيـبـات البلاستيك ونجـارة الخـشـب (100% رمل ونسب مـخـتـلـفـة: 75% 25% 50% مـن حـبـيـبـات البلاستيك ونجـارة الخـشـب) ثم قـمـنا بـإجـراء مـخـتـلـف التجارب الفيزيائية والميكانيكية عليها . أظهرت الـدـراسـات ان إضـافـة نجـارة الخـشـب والنـفـاـيـات البلاستيكية تقلل من كثافة المركب ، لكنـهـا تـؤثـر سـلبـا عـلى مـقاومـته المـيـكـانـيـكـيـة . أمـا بالنسبة للعزل الصوتي فلها دور كبير ومهم . نشير إلى أنه يمكن معالجة هذه النفايات قبل إستعمالها قصد رفع مستوى القوة الميكانيكية . لإيـالـأخـير مـيـكـنـا عـتـبـار هـذه النـتـائـج واعدة ومشجعة في مجال مواد البناء كما يمكن لهذه المواد أن تحل محل المواد المستخدمة حاليا ولو جزئيا .

الكلمات المفتاحية: نجارة الخشب – حبيبات البلاستيك – خرسانة الرمل – العزل الصوتي

Abstract

After valuing waste, civil engineering is an important sector in that the products we want to obtain are not subject to strict quality standards. Waste recycling touches two very important effects, namely, the environmental impact and the economic impact in many countries of the world. Various wastes are used in the construction sector.

This work studies the possibility of using plastic waste and sawdust waste in sandy concrete.

To embody this work, we prepared different samples of sandy concrete by adding percentages of plastic granules and sawdust. 100% sand, 75% 25% 50% of plastic granules and sawdust each time, and doing various physical and mechanical experiments.

Studies have shown that adding sawdust and plastic waste reduces the density of the compound, but it negatively affects its mechanical strength and sound insulation.

After analyzing these results, they can be addressed with positive suggestions in raising the level of mechanical strength. These results can be considered promising and encouraging for this type of building materials, which can replace the materials currently used, even partially.

Key words: sawdust - plastic granules - sand concrete - sound insulation.

Résumé

La valorisation des déchets dans le domaine du génie civil est un secteur important dans la mesure où les produits que nous souhaitons obtenir ne sont pas soumis à des normes de qualité strictes. Le recyclage des déchets touche deux effets très importants, à savoir, l'impact environnemental et l'impact économique dans de nombreux pays du monde. Divers déchets sont utilisés dans le secteur de la construction.

Ce travail étudie la possibilité d'utiliser les déchets plastiques et des déchets de menuiserie de bois dans le béton de sable.

Pour concrétiser ce travail, nous avons préparé différents échantillons de béton sableux en ajoutant des pourcentages de granulés plastiques et de copeaux de bois de bois : 100% sable et 75%, 25%, 50% de granulés plastiques et copeaux, tout en faisant diverses expériences physiques et mécaniques.

Des études ont montré que l'ajout de copeaux de bois et de déchets plastiques réduit la densité du composé, mais affecte négativement sa résistance mécanique ;son isolation acoustique est par contre améliorée.

Selon les résultats obtenus, on note qu'un traitement préalable appliqué aux déchets, avant leur utilisation, pourrait augmenter le niveau de résistance mécanique.

Ces résultats peuvent être considérés comme prometteurs et encourageants pour ces types de matériaux de construction, qui peuvent remplacer les matériaux actuellement utilisés, au moins, partiellement.

Mots clés : copeaux de bois – granulats plastiques - béton de sable –propriétés acoustiques.

Sommaire

List de figure

List de tableau

Dédicace

REMERCIEMENTS

Introduction générale..... 1

Chapitre I

Etude Bibliographique

I.1 Introduction..... 4

I.2 Historique du béton de sable 4

I.3 Composition de béton de sable 5

I.3.1. LE CIMENT 5

I.3.2 L'EAU 6

I.3.3 LE SABLE 6

I.3.4 AUTRES AJOUTS 7

I.3.4.1 Les fibres..... 7

I.3.4.3 Les gravillons..... 7

I.3.5 ADJUVANTS 8

I.4. Comportement en compression 9

I.5. Comportement en traction..... 10

I.6. Domaine d'emploi des bétons de sable..... 10

I.7 Autres Propriétés 11

I.7.1 ADHERENCE AUX ARMATURES 11

I.7.2 RETRAIT..... 12

I.7.3FLUAGE 12

I.7.4 DURABILITE 12

I.7.5 COMPORTEMENT THERMIQUE..... 12

I.7.6 PERMEABILITE 13

I.7.7 MICROSTRUCTURE ET FISSURATION 13

I.8 Plastique et déchets en plastique 14

I.8.1. GENERALITES 14

I.8.2 DEFINITION DE PLASTIQUE..... 15

I.8.3 LA CHIMIE DU PLASTIQUE 15

I.8.4 TYPES DE PLASTIQUES 16

I.8.5. COMPOSITION ET ORIGINE DU PLASTIQUE : 19

I.8.6 AVANTAGES DES MATIERES PLASTIQUES 20

I.8.7. INCONVENIENTS DES MATIERES PLASTIQUES..... 20

I.8.8. RECYCLAGE DES PLASTIQUES..... 20

I.8.9. UTILISATION DES DECHETS PLASTIQUES RECYCLES 21

I.9. Copeaux de bois 21

I.9.1. GENERALITES	21
I.9.2. LES GRANULATS EN BOIS	21
I.9.3. PROPRIETES ESSENTIELLES DU BOIS	22
I.9.3.1. Masse volumique	22
I.9.3.2. Dureté	22
I.9.3.3. Comportement à l'humidité	22
I.9.3.4 Conductivité thermique	22
I.10 Généralités sur les propriétés acoustiques	22
I.11. Conclusion	23

Chapitre II

Caractérisation des matériaux et composition de béton

II.1 Introduction	19
II.2. Matériaux employés	19
II.2.1. SABLE ALLUVIONNAIRE	19
II.2.2. CIMENT	20
II.2.3. EAU DE GACHAGE	20
II.2.4. SUPER-PLASTIFIANT	21
II.2.5. Filler calcaire	21
II.2.6. GRANULAT PLASTIQUE	22
II.2.7. COPEAUX DE BOIS	22
II.3. Essais de caractérisation de matériaux	23
II.3.1. MASSE VOLUMIQUE APPARENTE	23
II.3.2. MASSE VOLUMIQUE ABSOLUE	23
II.3.3. ANALYSE GRANULOMETRIQUE	23
II.3.3.1. Module de finesse	24
II.3.3.2. Coefficient d'uniformité	24
II.3.3.3. Coefficient de courbure	24
II.3.4. EQUIVALENT DU SABLE	28
II.3.5. COEFFICIENTS D'ABSORPTION	28
II.3.5.1. Coefficient d'absorption du sable	28
II.4. Composition et préparation de bétons	30
II.4.1. OPTIMISATION DU BETON DE SABLE A BASE DE COPEAU DE BOIS ET GRANULAT DE PLASTIQUE	30
Composition de béton de sable	30
II.4.2. Choix des différents pourcentages des composants	31
II.4.3. CONFECTION DES EPROUVETTES	32
a) La quantification des matériaux	32
b) Préparation des moules	33
d) Coulage des éprouvettes	33
II.5. Techniques de mesures expérimentales	35
II.5.1. ESSAIS MECANIQUES	35
II.5.1.1. Résistance à la traction par flexion	35
II.5.3.2. Résistance à la compression	36
II.5.2. ESSAIS DES PROPRIETES ACOUSTIQUES	38
II.6. Conclusion	40

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1 Introduction	42
III.2. Masse volumique.....	42
III.3. Résistance à la compression.....	44
III.4. Propriétés acoustiques.....	45
III.4.1. COEFFICIENT D'ABSORPTION ACOUSTIQUE.....	46
III.4.2. COEFFICIENT DE REDUCTION DU BRUIT	47
III.5. Conclusions.....	48
Conclusion Générale	51
Références Bibliographiques.....	53

Liste des figures

Figures	Pages
Figure I.1: Métro de Saint-Pétersbourg	05
Figure I.2 : Courbe contrainte-déformation en compression simple	09
Figure I.3 : Courbe du Comportement du béton en traction simple	10
Figure I.4 : produits plastiques	15
Figure I.5 La chimie du plastique	16
Figure I.6 les numéros qui présentent le les types de plastique	17
Figure. II.1: Sables employés.	19
Figure. II.2: Ciments employés.	20
Figure. II.3: Eau utilisés	20
Figure II.4: Filler calcaire utilisé.	21
Figure II.5: Granulats utilisés	22
Figure. II.6: Copeaux de bois employés.	22
Figure II.7: Les tamis utilisés pour tamisage de copeaux de bois.	25
Figure II.8: Courbe de l'analyse granulométrique du sable alluvionnaire	26
Figure II.9: Analyse granulométrique de granulats plastiques	26
Figure II.10: Analyse granulométrique de copeaux de bois	27
Figure II.11: Essai d'équivalent de sable.	28
Figure II.12: Mesure du coefficient d'absorption du sable.	29
Figure II.13 : les matériaux mélangés	32

Figure II.14: Graissage des moules.	33
Figure II.15 : Coulage du moule.	33
Figure II.16 : Les éprouvettes après le démoulage.	34
Figure II.17: Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion (3points)	36
Figure II.18: Dispositif pour l'essai de compression	37
Figure II.19. Mesure des propriétés acoustiques (Tube de kunt)	39
Figure II.20. Mesure des propriétés acoustiques (Tube de kunt)	39
Figure II.21. Les éprouvette utilisées de mesure des propriétés acoustiques	40
Figure III.1. Masse volumique des compositionsà28jours	43
Figure III.2 La résistance à la compression de compositions étudiéesà28jours	45
Figure III.3 : Influence de l'ajout des agrégats plastiques et des copeaux de bois sur le coefficient d'absorption acoustique du béton de sable à28jours	46
Figure III.4 . Influence de l'ajout des agrégats plastiques sur le coefficient de réduction du bruit à28jours	47

List des tableaux

Les Tableaux	Pages
Tableau I.1 :Influence du rapport G/S	08
Tableau I.2 : Principaux résultats obtenus dans des travaux précédents pour les mêmes bétons de sable étudiés	14
Tableau II.3 : Synthèse de revue bibliographique sur l'évaluation des propriétés des composites (béton / mortier) contenant des déchets plastiques valorisés.	17
Tableau II.1 : Analyse granulométrique de sable alluvionnaire	25
Tableau II.2 : Analyse granulométrique de copeaux de bois.	27
Tableau II.3 : Propriétés des matériaux utilisés	30
Tableau II.4 : Matériaux dans 1m ³ de béton de sable	30
Tableau II.5 : Les masses des matériaux utilisés dans les mélanges	31
Tableau III.1 . Les mélanges utilisés	42
Tableau III.2 . Les masses volumiques des compositions à 28 jours	43
Tableau III.3 . Les résultats de la résistance à la compression à 28 jours	44

Introduction Générale

Introduction générale

La recherche actuelle dans le domaine des matériaux de construction est orientée vers les granulats légers naturels ou artificiels pour assurer d'une part, la pérennité des granulats naturels conventionnels et l'allègement de certains éléments de construction, et d'autre part, une économie d'énergie par la réduction de la conductivité thermique. La valorisation des matériaux locaux, peu ou pas exploités, dans la construction est devenue actuellement nécessaire, notamment pour les pays en voie de développement.

C'est dans ce contexte que s'ouvre la réflexion sur la recherche de nouveaux bétons capables de résoudre les problèmes économiques et techniques, rencontrés dans le domaine de la construction. Parmi ces matériaux, on trouve le béton de sable qui possède des propriétés spécifiques intéressantes. Il a été montré que, parfois, le béton de sable peut concurrencer le béton traditionnel dans certains usages. Il demeure, bien entendu, que les performances du béton de sable pourraient s'avérer suffisantes pour la réalisation des constructions peu ou pas étagées répondant aux exigences urbanistiques des villes du sud du pays.

Le but visé par ce travail est l'allègement du béton de sable par l'introduction des granulats plastiques et de copeaux de bois. L'intérêt pour les bétons de sable allégés, est une certaine prise de conscience environnementale. Cette dernière s'exprime de deux manières : les matériaux allégés sont de bons isolants acoustiques en raison du volume d'air qu'ils contiennent, ils permettent donc de réaliser des économies d'énergie substantielles ; de plus, l'utilisation de granulats plastiques et de copeaux de bois s'inscrit dans une démarche de développement durable. Elle présente l'avantage d'utiliser une matière renouvelable.

L'objectif de notre travail est donc de contribuer à la caractérisation physico-mécanique et acoustique du béton de sable par ajout des granulats plastiques et de copeaux de bois.

Afin d'atteindre cet objectif, ce travail est structuré en trois principaux chapitres :

✓ Le premier chapitre, est une étude bibliographique sur le béton de sable, à savoir son historique, ses compositions et son comportement mécanique, en compression et en traction. Une autre étude bibliographique a également été menée sur les plastiques : Généralités, définition, la chimie de plastique, les types de plastique, synthèse de revue sur l'évaluation des propriétés des composites contenant des déchets plastique valorisés, composition et origine de cette matière, avantage et inconvénients. On en parle aussi du recyclage et de l'utilisation des déchets

plastiques recyclés. Une autre étude bibliographique sur le bois a été menée : les granulats en bois, les propriétés essentielles du bois (la masse volumique, la dureté, le comportement à l'humidité, conductivité thermique). Enfin, une généralité sur les propriétés acoustiques a été présentée.

✓ Le deuxième chapitre comporte une caractérisation générale des matériaux de base utilisés dans la composition du béton de sable étudié : le sable, le ciment, filler calcaire, copeaux de bois, granulats plastiques, eau et adjuvant, suivie d'une description générale des techniques expérimentales employées, particulièrement, les essais mécaniques et acoustiques.

✓ Dans le troisième et dernier chapitre, les résultats ainsi obtenus ont été présentés et discutés.

Enfin, le mémoire est clôturé par une conclusion générale et quelques recommandations.

Chapitre I

Etude Bibliographique

I.1 Introduction

Dans ce chapitre nous parlons en premier lieu de l'histoire du béton du sable à l'échelle internationale. Puis, nous exposons certaines généralités sur les matériaux constituant ce béton : l'eau, les granulats, le ciment, filler, etc.

Deuxièmement, une synthèse bibliographique sur le plastique et les déchets en plastique. On en parlera aussi du bois et ses déchets (copeaux de bois). Enfin, nous présentons une généralité sur les propriétés acoustiques.

I.2 Historique du béton de sable

La formulation de béton de sable est une technique connue depuis longtemps en Union Soviétique. Il semble que cette technique est parvenue dans ce pays par le biais de la Belgique et l'Allemagne.

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

* Le port de Kaliningrad en Prusse-Orientale réalisé au début du siècle 19;

* Métro de Saint-Pétersbourg



Figure I.1:Méto de Saint-Pétersbourg.

Quelques décennies plus tard, le béton de sable apparaît en France grâce au professeur académicien Rebinder. Il avait lu l'ouvrage du Comte de Rochefort et repris ces idées dans ses propres recherches. En 1971, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées- (L.C.P.C) est contacté pour la première fois par des études sur cette technique.

Vers 1920, la technique du béton de sable reste en "veilleuse" autant en URSS qu'en Europe Occidentale. Elle sera de nouveau d'actualité au cours de la deuxième guerre Mondiale où l'armée allemande conforte ses positions et construit des pistes d'aviation.

Donc, enfin, on peut dire que la pratique du béton de sable s'est étendue à tous les domaines du génie civil et est en progression constante depuis la fin de la grande guerre.

Il est difficile d'évaluer la production actuelle, mais elle dépasse vraisemblablement le million de mètres cubes par an dans les emplois identifiés des différents secteurs [01].

I.3 Composition de béton de sable

I.3.1. Le ciment

Ce sont des poudres fines obtenues par la cuisson à haute température (vers 1450C°) et le broyage d'un mélange (calcaire + argile en général).

Ces poudres, constituées de sels minéraux anhydres instables (en particulier silicates et aluminates de chaux), forment avec l'eau une pâte capable par «hydratation » de faire prise et durcir progressivement d'où le nom de liants hydrauliques par opposition aux «liants aériens » (à base de chaux grasse et maigre) qui ne peuvent durcir qu'au contact de l'air.

Le ciment est un liant hydraulique, il se présente sous l'aspect d'une poudre très fine, qui mélangée avec de l'eau, forme une pâte faisant prise et durcissant progressivement dans le temps, il est obtenu par broyage fin du clinker avec une quantité nécessaire de gypse et un ou des ajout(s) minéraux actifs (ciment composé), faite simultanément ou par malaxage minutieux des mêmes matériaux broyés séparément [02].

I.3.2 L'eau

L'eau admise sert à l'hydratation du ciment et doit permettre le mouillage complet des agrégats, sans lequel, il n'aurait pas d'adhérence. Le minimum d'eau nécessaire dépend de la nature du liant utilisé, de la quantité du liant, de sa finesse et de la surface (spécifique) offerte par les agrégats ainsi de la maniabilité désirée pour les bétons.

Les bétons de sable nécessitent une qualité d'eau de mouillage importante en raison de la proportion élevée en éléments fins qui génèrent une surface spécifique importante.

Le rapport eau/ciment (E/C) est supérieur à celui des traditionnels et pour le réduire on a recours à des adjuvants. En général, le rapport E/C est compris entre 0,6 et 0,7 [02].

I.3.3 Le sable

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 64 μm et 2 mm. La valeur de cet intervalle diffère d'ailleurs suivant les auteurs : entre 20 μm et 2 mm pour [02].

I.3.4 Autres ajouts

I.3.4.1 Les fibres

Les fibres formées de matière résistante à la traction sont additionnées afin d'obtenir un matériau doté d'une certaine résistance à la traction. Les fibres les plus répandues sont l'acier, le verre, et certaines matières plastiques comme le nylon et le polypropylène

I.3.4.3 Les gravillons

L'ajout de gravillons permet d'augmenter la compacité et à même dosage en ciment, la matrice de sable se trouve enrichie en ciment. En effet, il est possible de "raidir (augmenter le module d'élasticité) la formulation d'un béton de sable en y ajoutant des gravillons, dans un rapport gravillon/sable restant inférieur à 1 : il s'agit d'un béton de sable chargé, alors que ce rapport est compris entre 1,4 et 1,7 pour le béton classique [03]

Tableau

I.1 : Influence du rapport G/S

Principales Qualités	Constatations	
	G/S élevé par rapport à G/S faible	Granularité continue par rapport à granularité discontinue
Ouvrabilité	Un peu moins bonne si: G/S > 2.2	Moins bonne si: G/S > 2.2
Résistance à la compression	Meilleure si: G/S > 2.2	Légèrement supérieure
Compacité	Légèrement Plus élevé si: G/S > 2.2	Un peu plus élevé

I.3.5 Adjuvants

On entend par «adjuvant » un produit (sous forme liquide ou pulvérulent) qui, ajouté au béton en faibles quantités, permet d'améliorer certaines propriétés ou qualités souhaitées soit sur béton frais, soit sur béton durci. Il n'a ni pour mission ni pour effet de faire un bon béton à partir d'un mauvais dosage ou d'une mise en œuvre défectueuse.

Le dosage à utiliser varie non seulement en fonction de la nature et la concentration de l'adjuvant mais aussi de la nature du ciment, du volume de l'eau la gâchée du béton et du dosage en ciment. Les erreurs du dosage ainsi que l'utilisation simultanée d'adjuvants incompatibles peuvent conduire à des effets plus faibles ou même opposés à ceux qui étaient attendus.

La spécificité du béton de sable privilégié, toutefois, l'usage de plastifiants ou de superplastifiants, ils améliorent la maniabilité, le plus souvent avec augmentation de résistance par suite d'une diminution de la teneur en eau et de la défloculation des éléments fins [03].

I.4. Comportement en compression

La résistance en compression est le paramètre de base pour le béton, elle définit souvent une classe de résistance dont sont censées découler beaucoup propriétés.

La résistance à compression se traduit par la relation de contrainte-déformation, cette relation est schématisée sur la figure I [01].

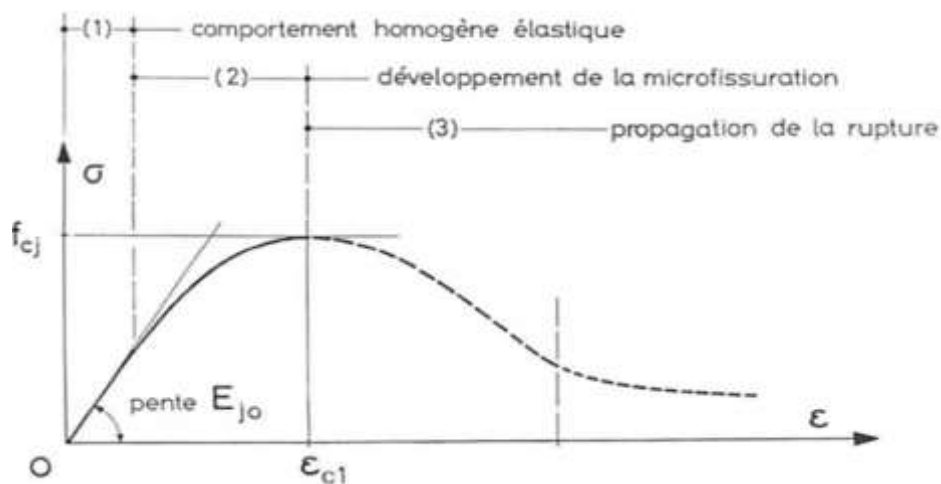


Figure I.2 : Courbe contrainte-déformation en compression simple [01].

On distingue cette déformation en trois étapes :

* Une phase de comportement analogue à celui d'un matériau homogène et élastique, se traduisant par une relation à peu près linéaire entre la contrainte et la déformation.

* La phase de développement de la microfissuration qui entraîne une incurvation progressive de la courbe jusqu'à l'atteinte du maximum de contrainte.

* La phase de développement des surfaces de fracture et d'une fissuration plus ou moins généralisée, c'est-à-dire la propagation progressive de la rupture [01]

I.5. Comportement en traction

Dans le second comportement et avec la force de la pression, on caractérise les propriétés mécaniques du béton .

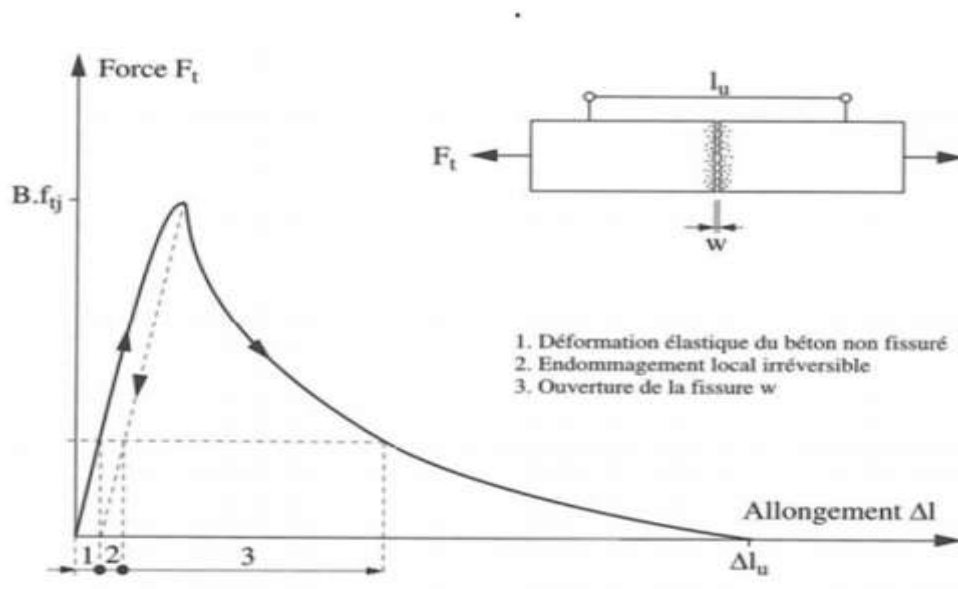


Figure I.3 : Courbe du comportement du béton en traction simple [01].

La figure ci-dessus montre la courbe de contrainte et de déformation du béton en une seule tension. Dans la première étape, le comportement est semi-linéaire jusqu'à ce qu'il atteigne la force maximale, et cette charge maximale correspond à la formation de la fissure.

I.6. Domaine d'emploi des bétons de sable

La plupart des applications actuelles du béton de sable tiennent davantage à ses propriétés spécifiques, par rapport au béton traditionnel, qu'à l'économie qu'il pourrait représenter en remplaçant celui-ci.

Pour ses qualités d'ouvrabilité (bon garnissage des moules, bon enrobage des aciers même en cas de ferrailage dense), son absence de ségrégation et principalement sans doute pour ses qualités d'aspect qui autorisent de séduisants effets architectoniques.

➤ **Les bétons non vibrés**

Ces bétons sont souvent des bétons fluides utilisés notamment, lorsque la vibration est impossible, pour la fabrication des pieux forés et la réalisation de dallages auto-compactants ou autonivelants.

➤ **Les bétons projetés**

Ils se sont révélés particulièrement intéressants, techniquement et économiquement et se prêtent au renforcement de structure par projection, exemple :

- La réhabilitation de collecteurs d'assainissement.
- La stabilisation de parois ou talus.

➤ **Les travaux d'injection**

A cause de sa petite granularité et sa maniabilité, le béton de sable est favorable aux techniques de reprise en sous-œuvre par injection ou coulage gravitaire :

- le comblement de cavités,
- la réparation de fondation et renforcement d'ouvrages portuaires.

➤ **La préfabrication d'éléments destinés à rester apparents**

Le souci esthétique est de plus en plus pris en compte dans toutes les constructions ; les bétons de sable permettent la réalisation d'effets architectoniques tant sur la forme que sur l'aspect.

I.7 Autres Propriétés

I.7.1 Adherence Aux Armatures

Le béton de sable adhère bien aux armatures. La contrainte d'adhérence moyenne se situe en une bonne position par rapport à celles des bétons traditionnels.

La granularité du béton de sable n'est pas un élément essentiel puisque à même niveau de résistance, l'adhérence mesurée pour un sable dunaire (très fin) est supérieure à celle obtenue pour un sable alluvionnaire.[28]

La nature des aciers (lisse ou tors) ainsi que leur diamètre ont aussi une influence sur la valeur de l'adhérence.

I.7.2 Retrait

Le retrait d'auto-dessiccation est caractérisé par une cinétique semblable à celle du béton classique. Une différence de l'ordre de 10% existe par rapport à ce dernier. Cette différence, couramment observée à l'intérieur même de la gamme des bétons, est due à une perte en masse plus rapide pour le béton de sable. Le rapport des déformations de retrait de dessiccation des deux bétons (de sable et ordinaire) en fin d'essai (6 mois) est égal à 1.6 correspondant globalement au rapport de perte en masse au même âge, soit 1.48. En conclusion nous pouvons dire que le retrait est une fonction croissante de l'eau évaporable (taux de séchage.

Notons que la valeur du retrait du béton de sable est voisine de celle du béton ordinaire s'il est conservé dans un milieu étanche. Si la conservation se fait dans un milieu sec, la valeur du retrait du béton de sable est double de celle du béton ordinaire.

I.7.3 Fluage

La cinétique du fluage du béton de sable est plus rapide que celle du béton ordinaire. Les valeurs du fluage du béton de sable sont deux fois plus importantes que celles du béton ordinaire. Notons que ces résultats correspondent à un niveau de résistance en compression de 25 MPa. Un béton de sable plus résistant n'aura pas le même comportement (un fluage plus faible).

I.7.4 Durabilité

Les paramètres: porosité, organisation géométrique des pores et perméabilité sont des paramètres physiques de premier ordre de la durabilité. D'une façon générale, les bétons de sable sont plus poreux que les bétons ordinaires. Leurs pores sont plus nombreux, plus petits et davantage monodimensionnels. Cette distribution poreuse particulière contribue pour une bonne part à leur bon comportement vis à vis des essais de durabilité. [28]

I.7.5 Comportement Thermique

Il est peut être préférable de comparer les propriétés thermiques des bétons de sable à celles des bétons traditionnels. Cette comparaison montre que ces deux types de béton ne sont pas très différents du point de vue de la thermique. La chaleur massique d'un béton étant égale à la somme des chaleurs massiques de ses constituants, il est normal de trouver une valeur

Similaire pour les deux types de béton. La conductivité thermique des bétons traditionnels varie de 1.4 à 1.8 W/m/°C. Les conductivités thermiques mesurées sur béton de sable sont légèrement

inférieures. Le béton de sable est alors plus isolant. Ce résultat s'explique par la porosité plus importante du béton de sable.

Les coefficients d'échange thermique sont supérieurs pour le béton de sable et le coefficient de dilatation est du même ordre de grandeur.

I.7.6 Perméabilité

Bien que le béton de sable soit plus poreux qu'un béton traditionnel, Il est moins perméable. Ceci est peut être surprenant. Mais la taille et la répartition des pores ne facilitent pas la migration de la vapeur à travers le béton. C'est une donnée importante dans le domaine d'isolation des bâtiments.

I.7.7 Microstructure Et Fissuration

A une certaine échelle, la microstructure du béton de sable est continue, homogène et compacte. La pâte de ciment durcie est amorphe et dépourvue de fissures notables. Les observations au MEB établissent que l'hydratation se développe de façon normale et la morphologie de l'interface pâte-granulats ou auréole de transition n'est pas caractérisée par une texture particulière .

La conclusion qu'on a pu tirer, enfin, était que la granulométrie a marqué nettement son influence dans chaque étude. Une correction granulaire, réalisée en mélangeant, à des proportions déterminées, le sable de dune avec le sable alluvionnaire, a permis de donner un béton de sable plus maniable, plus compact, plus résistant à la compression, plus résistant à la flexion et plus résistant à la fissuration. Il peut donc être utilisé dans la construction locale, dans certains éléments porteurs ou non. Notons qu'avec la multiplication d'adjuvants et avec une mise en œuvre appropriée nous pouvons augmenter davantage les performances de ce béton.

Le **tableau I. 2** suivant regroupe les principaux résultats trouvés :

Tableau I.2 : Principaux résultats obtenus dans des travaux précédents pour les mêmes bétons de sable étudiés

Caractéristiques	Béton de sable dunaire	Béton de sable alluvionnaire	Béton de sable alluvionnaire-dunaire
Composition optimale (kg/m ³)	C : 350 S : 1305 F : 200 E : 245 SP : 1.5 %	C : 350 S : 1465 F : 150 E : 210 SP : 1.5 %	C : 350 S : 1475 F : 140 E : 207 SP : 1.5 %
Résistance à la compression (MPa)	16.80	19.00	25.50
Résistance à la flexion (MPa)	3.68	4.18	5.8-0
Module d'élasticité (MPa)	20 000	22 000	25 000
Taux de restitution d'énergie (J/m ²)	14.5	17.20	24.50
Intégrale de RICE (J/m ²)	15.82	19.94	26
Microstructure	Les 3 bétons sont relativement homogènes, pas de fissures notables, grains de sable bien enchevêtrés et enveloppés dans la pâte de ciment et une bonne adhérence grains-pâte de ciment		

I.8 Plastique et déchets en plastique

I.8.1. Généralités

Le plastique et ses dérivés sont devenus extrêmement importants dans notre vie quotidienne, et la demande mondiale pour ces matériaux augmente d'année en année [04].

À l'heure actuelle, le monde est confronté à des défis économiques pour développer ces matériaux multi-usages qui touchent déjà de nombreux domaines d'application, tels que la construction, le transport, l'emballage alimentaire, les articles de sport, le textile, etc. [05].

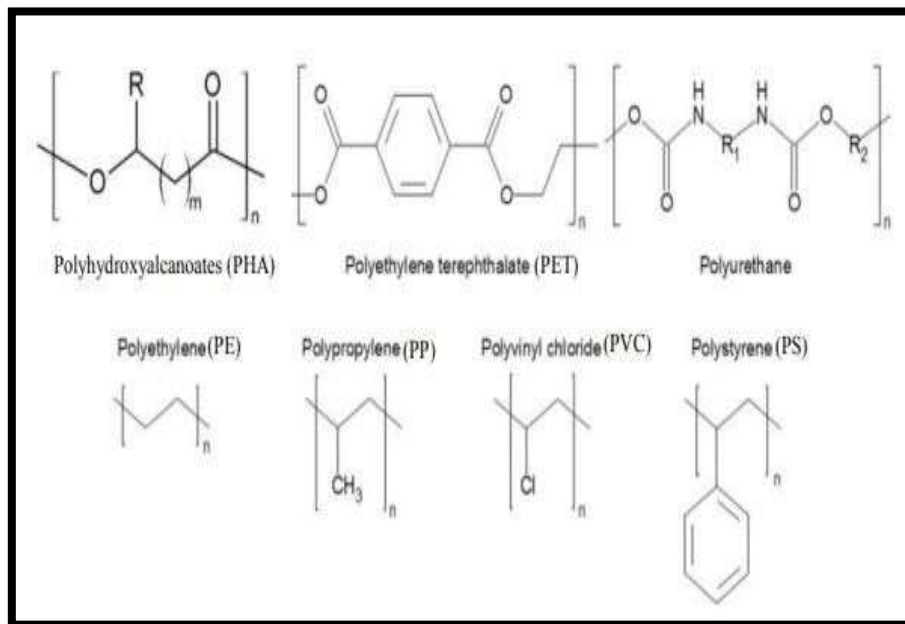


Figure I.5 : La chimie des plastiques.

I.8.4 Types de plastiques

Nom du plastique	Description	Certaines utilisations du plastique vierge	Certaines utilisations des plastiques fabriqués à partir des déchets plastiques
Polytéréphtalate d'éthylène (PET)	Plastique claire et dure, peut être utilisé pour en faire des fibres	Bouteilles pour boissons gazeuses et eaux minérales, rembourrage pour sacs de couchage et oreillers, fibres textiles	Bouteilles de boissons gazeuses, bouteilles de détergent (multi-couches), film transparent pour emballage, fibres de tapis, vestes laineuses
Polyéthylène Haute Densité (PEHD)	Plastique très fréquent, habituellement blanc ou coloré	Sacs à provisions, sacs de congélation ondulé, bouteilles de lait et de crème, bouteilles de shampooing et produits de nettoyage, caisses de lait	Bacs à compost, bouteilles de détergent, caisses mobiles, poubelles, tuyaux agricoles, palettes, caisses de recyclage aux bords des trottoirs
Polychlorure de vinyle non plastifié (UPVC)	Plastique dure et rigide peut être clair	Bouteille de jus, douilles d'ampoules, tubes et raccords de plomberie	Bouteilles de détergent, tuiles, tuyaux et raccords de plomberie
Polychlorure de vinyle plastifié	Plastique Souple, clair et élastique	Tuyaux d'arrosage, semelles de chaussures, sacs et tubes pour prélèvement de sang	Tuyaux flexibles d'intérieur, sols industriels
Polyéthylène à basse densité (PEBD)	Plastique mou et flexible	Couvercles des pots de crème glacée, sacs à ordures, poubelles, feuilles de plastique noir	Film pour l'industrie du bâtiment, les pépinières, l'industrie de l'emballage, sacs
Polypropylène (PP)	Plastique dur, mais souple –de nombreuses utilisations	Pots pour crème glacées, sacs de chips, paillettes pour boissons, boîtes et emballage alimentaire	Bacs de compost, caisses aux bords des trottoirs de récupération pour le recyclage, usinage sans fins
Polystyrène (PS)	Plastique rigide et fragile, peut être clair et vitreux	Pots de Yaourt, couvercles en plastique, imitation de cristal « verrerie »	Pinces à linge, cintres, accessoires de bureau, bobines, règles, boîtes de cassette vidéo / CD
Polystyrène Expansé (PSE)	Mousseux, léger, absorbant l'énergie, isolant thermique	Gobelets pour boissons chaudes, plats à emporter et récipients de nourritures, plateaux pour charcuteries, emballage	



Figure I.6 : Les numéros qui présentent les types de plastique.

Tableau II.3: Synthèse de revue bibliographique sur l'évaluation des propriétés des composites (béton / mortier) contenant des déchets plastiques valorisés.

Chercheurs	Composite	Propriétés	Type de déchet plastique	Pourcentage de déchet plastique	Observation
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Choi et al. [07] ➤ Senthil et al. [08] 	Béton	Maniabilité	PET E- plastique	/ 10%, 20%, 30%, 40 % et 50%	L'affaissement augmente avec la croissance de la teneur de PET La maniabilité diminue jusqu'à un rapport d'aspect de 50%
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coppola et al. [09] ➤ Hannawi et al. [10] 	Mortier Béton	Densité	PP et PE PET et PC	25% 50%	Une diminution de densité de près de 20% La densité à diminuée
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hannawi et al. [10] ➤ Senthil et al. [08] 	Mortier Béton	Résistance à la Compression	PET et PC E- plastique	3%, 10%, 20% et 50% 50%	La réduction du mortier contenant PET est plus important que celle qui contenant PC. Une perte de environ 47.41%

<p>➤ Hannawi et al. [10]</p> <p>➤ Albano et al. [11]</p>	<p>Mortier</p> <p>Béton</p>	<p>Résistance à la traction par flexion</p>	<p>PET et PC</p> <p>PET</p>	<p>20% et 50%</p> <p>/</p>	<p>une diminution de la résistance de 9.5% et 17.9% des mortiers contenant 20% et 50% de PET et une baisse de 32.8% pour 50% de PC.</p> <p>La diminution de la résistance due à la porosité accrue dans le béton à cause de l'incorporation des agrégats de PET.</p>
<p>➤ Badache et al. [12]</p>	<p>Mortier</p>	<p>Module d'élasticité</p>	<p>PEHD</p>	<p>/</p>	<p>Une diminution du module d'élasticité dynamique (Ed).</p>
<p>➤ Choiet al. [13]</p>	<p>Béton</p>		<p>PET</p>	<p>0%, 25%, 50%, 75%</p>	<p>Une diminution du module d'élasticité avec l'augmentation de la matière plastique.</p>
<p>➤ Rahmani et al. [14]</p> <p>➤ Benosman et al. [15]</p>	<p>Béton</p> <p>Mortier</p>	<p>Vitesse d'impulsion Ultrasonique (UPV)</p>	<p>PET</p> <p>PET</p>	<p>/</p> <p>0%, 2.5%, 5% et 7.5%</p>	<p>Une réduction de UPV à cause de l'augmentation du taux de PET</p> <p>Une baisse d'UPV des mortiers composites par rapport au mortier témoin.</p>

➤ Marzouk et al. [16]	Béton	Microstructure	PET	30%,50% et 100 %	Les images au MEB ont une Forte compacité Lorsque PET<50% Et ont un forte Porosité lorsque PET>50%
➤ Bensoman et al. [15]	Mortier	Conductivité thermique	PET	/	Ont constaté des propriétés d'isolation thermique meilleures que ceux des mortiers non modifié par PET Faible conductivité thermique due à la nature poreuse de mousse de PUR
➤ Mounanga et al. [17]	Béton		PUR	/	
➤ Marzouk et al. [16]	Mortier	Porosité accessible à l'eau et absorption capillaire.	PET	/	Diminution de la sorptivité de mortier contenant PET par rapport au mortier témoin. L'absorption d'eau et la porosité sont plus élevées pour un mortier contenant PET en comparaison avec un mortier témoin.
➤ Saika et al.[18]					

I.8.5. Composition et origine du plastique :

Il existe deux groupes de plastique : les thermodurcissables, dont le durcissement, obtenu à chaud, est irréversible, et les thermoplastiques, qui se ramollissent sous l'effet de la chaleur et durcissent au froid de façon réversible.

Les matières plastiques occupent une place importante dans l'ensemble des produits de consommation.

Les matières plastiques sont composées, en générale, en trois composants qui sont :

- Résine de base (polymères).
- Adjuvants.
- Additifs.

I.8.6 Avantages des matières plastiques

La croissance de l'utilisation du plastique est due à ses propriétés bénéfiques, qui comprennent :

- ❖ Polyvalence extrême et sa capacité d'adaptation pour répondre aux besoins techniques spécifiques.
- ❖ Un poids plus léger que les matériaux concurrents réduisant ainsi la consommation de carburant pendant le transport.
- ❖ Bonne sécurité d'hygiène pour les emballages alimentaires.
- ❖ Longévité et durabilité.
- ❖ Résistance aux produits chimiques, à l'eau et à l'impact.
- ❖ Propriétés d'isolation thermique et électrique.

I.8.7. Inconvénients des matières plastiques

La production du plastique comprend également l'utilisation des produits chimiques potentiellement nocifs, qui sont ajoutés comme stabilisation ou colorants. Beaucoup d'entre eux n'ont pas subi une évaluation des risques environnementaux et leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement, sont actuellement incertain, à titre d'exemple les phtalates, qui sont employés dans la fabrication de PVC.

I.8.8. Recyclage des plastiques

Nous devons envisager le recyclage du plastique dans tout programme de gestion des déchets plastiques. En plus de réduire les quantités de déchets plastiques dans les décharges, il

peut également contribuer de manière significative à la préservation des matières premières pétrochimiques et aux économies d'énergie, ce qui indique qu'il existe certaines limites technologiques et économiques qui limitent actuellement le recyclage complet et efficace des déchets plastiques en produits utiles.

I.8.9. Utilisation des déchets plastiques recyclés

Les applications et l'utilisation des plastiques sont étendues. Certains articles en plastique, tels que les emballages alimentaires deviennent des déchets justes après leurs achats. D'autres articles en plastique peuvent être réutilisés plusieurs fois. La réutilisation des plastiques est préférable au recyclage car elle consomme des quantités moindres d'énergie et des ressources en peuvent avoir plusieurs avantages :

- ✓ Réduction de la consommation énergétique.
- ✓ Réduction des déchets solides mis en décharges.
- ✓ Réduction des émissions du dioxyde de carbone (CO_2), l'oxydes d'azote (NO) et du dioxyde de soufre (SO_2).

I.9. Copeaux de bois

I.9.1. Généralités

On désigne par le terme " béton de bois des matériaux composites généralement constitués d'une matrice minérale cimentaire éventuellement adjuvantée, et de granulats de bois. Ces granulats sont de granulométrie comparable aux granulats traditionnels.

Les bétons de bois appartiennent à la famille des bétons légers dont la classification [19]

Les particules de bois peuvent avoir diverses formes ; sciures, copeaux et particules défibrés ou déchiquetées. La teneur en bois est généralement importante. On peut aboutir à des matériaux très différents les uns des autres selon qu'on utilise tel ou tel type de bois en pourcentage et en dimensions variables. Les différentes propriétés et applications dépendent de la composition du mélange et du mode de fabrication.

I.9.2. Les granulats en bois

En général, les essences productrices de bois peuvent être classées en deux catégories les gymnospermes ou résineux et les angiospermes ou feuillus. À ces deux familles correspondent des structures anatomiques et par conséquent, des propriétés physiques chimiques et mécaniques

différentes. L'aspect hétérogène et anisotrope du bois apparaît nettement sur la plupart des essences et s'explique aisément par la constitution même du matériau et le mode de croissance de l'arbre.

I.9.3. Propriétés essentielles du bois

I.9.3.1. Masse volumique

Tous les bois n'ont pas la même masse volumique ; certains sont légers (peuplier, épicéa,...) d'autres très lourds (chêne, ébène,...) . La masse volumique varie non seulement d'une essence à l'autre, mais au sein d'une même espèce. Ainsi un mélèze lourd peut peser jusqu'à trois fois plus qu'un mélèze léger. En général la résistance du bois augmente avec sa masse volumique ; il faut donc toujours tenir compte de la densité des pièces .

I.9.3.2. Dureté

Elle est caractérisée par la résistance opposée par le bois à la pénétration d'une pointe métal; clique. Elle varie selon les essences, mais on considère, en général, que plus les couches annuelles de croissance de l'arbre (cernes) sont étroites, plus le bois est dur.

I.9.3.3. Comportement à l'humidité

Le bois se rétracte en séchant et gonfle en absorbant de l'humidité, mais les variations dimensionnelles ne sont pas égales dans toutes les directions, elles sont négligeables dans le sens axial relativement aux deux autres directions (tangentielle et radiale) [20]. Le retrait volumique traduit l'aptitude du bois à changer de volume, il est donc indispensable de connaître avec exactitude le taux d'humidité du bois que l'on veut utiliser, car sa résistance et ses déformations mécaniques en dépendent.

I.9.3.4 Conductivité thermique

La conductivité thermique est environ 10 fois plus faible que celle du béton et 250 fois plus faible que celle de l'acier. Elle varie selon les essences, en fonction de leur masse volumique et de leur taux d'humidité. A titre d'exemple, le tableau 1.8 donne des valeurs moyennes de la conductivité thermique des résineux et des feuillus les plus utilisés.

I.10 Généralités sur les propriétés acoustiques

L'acoustique architecturale doit favoriser l'écoute ou, inversement, apporter une protection contre le bruit quand celui-ci est une cause de gêne. Dans tous les cas, il est nécessaire de

comprendre comment le son se propage dans l'espace afin d'en maîtriser le cheminement et la réception.

La propagation du son est l'objet de recherches depuis fort longtemps. Dans l'Antiquité, des savants, tel Pythagore, étudiaient les cordes vibrantes; des architectes, tel Vitruve, réfléchissaient au cheminement du son dans les théâtres. Au moyen âge, l'acoustique occupait une place prépondérante dans l'enseignement scientifique - elle faisait partie du quadrivium avec l'arithmétique, la géométrie et l'astronomie -, sans qu'elle connût pour autant d'avancée significative. Au XVII^e siècle, les bases de l'acoustique ont été reprises par des chercheurs comme Galilée, là où Pythagore les avait laissées. Mais c'est seulement dans la seconde moitié du XIX^e siècle que des progrès importants ont été réalisés grâce à lord Raleigh, prix Nobel de physique auteur de « Theory of Sound », et à Hermann Von Helmholtz, le théoricien des résonateurs. Depuis cette époque, la maîtrise des Sons et bruits s'est améliorée presque aussi vite qu'ont augmenté les nuisances dues au bruit.

Actuellement, nous disposons d'outils performants, sous la forme de matériels de mesure et de logiciels d'application, pour traiter la qualité acoustique des salles (qu'elles soient ou non des salles de spectacle) et pour définir et calculer l'isolation acoustique entre un local et son environnement. L'emploi de tels outils, sans réflexion architecturale préalable, peut conduire les non-spécialistes à des contresens

Il existe des ouvrages, destiné aux acteurs de la construction, qui vise à permettre la bonne réalisation acoustique des projets en expliquant de manière simple d'une part les bases physiques et physiologiques de l'acoustique, d'autre part ce qu'est l'acoustique architecturale, sans faire appel à des notions mathématiques par trop [21].

I.11. Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons exposé des rappels théoriques et des synthèses bibliographiques concernant les différentes caractéristiques descriptives des bétons de sable, Plastique et déchets en plastique, le bois en général et les propriétés acoustiques.

La valorisation des matériaux locaux est devenue, actuellement, une solution nécessaire aux problèmes économiques des pays vu le prix très cher de certains matériaux de construction dans certaines régions ou leur épuisement progressif dans d'autres.

Par ailleurs, les déchets industriels soulèvent actuellement des problèmes particulièrement difficiles à résoudre.

Or leur réutilisation pourrait résoudre un triple problème : problèmes techniques, économiques et environnementaux. C'est dans ce contexte que s'ouvre la réflexion sur la formulation d'un nouveau mélange utilisant des ressources abondantes et présentant des caractéristiques soit comparables aux bétons usuels, soit répondant à des exigences mal assurées par ces deniers, objet de la présente étude.

Chapitre II

Caractérisation des matériaux et composition de béton

II.1 Introduction

Dans le présent chapitre, nous allons exposer les résultats de la caractérisation des matériaux employés dans la préparation du béton d'essai et de sa composition. Tous les essais effectués sur les échantillons du matériau béton sont donnés aussi dans cette partie.

Selon les travaux des autres chercheurs dans ce domaine, nous allons essayer de trouver une formulation de caractérisation acoustique d'un béton de sable à base de granulats plastiques et copeaux de bois.

II.2. Matériaux employés

II.2.1. Sable alluvionnaire

Le sable employé provient de Oued M'Zi à Laghouat.



Figure. II.1: Sables employés.

II.2.2. Ciment

Comme il assure la cohésion des différents constituants du béton, le ciment est considéré comme étant le constituant fondamental dans sa composition.

-La fiche technique du produit est donnée en annexes [22].



Figure. II.2: Ciments employés.

II.2.3. Eau de gâchage

Nous avons utilisé l'eau potable du robinet du laboratoire de génie civil à université de Laghouat.



Figure. II.3: Eau utilisée.

II.2.4. Super-plastifiant

Il s'agit d'un super-plastifiant réducteur d'eau de nouvelle génération, connu sous le nom de «MEDAFLOW30 » (figure II.2) conforme à la norme EN934-2:NA 774 [23] . La fiche technique du produit est donnée en annexes.

II.2.5. Filler calcaire

Nous avons utilisé un filler calcaire, obtenu par broyage de la roche calcaire provenant d'un gisement local à Hamda de Laghouat.



Figure II.4: Fillers calcaires utilisées.

II.2.6. Granulat plastique

On a utilisé des granulats plastiques fabriqués à partir des déchets plastiques et provenant d'une usine se trouvant dans la ville de Boumerdes.



Figure II.5: Granulats utilisées.

II.2.7. Copeaux de bois

Nous avons utilisé des déchets de bois apportés des menuiseries locales (ville de Laghouat).



Figure. II.6:Copeaux de bois employés.

II.3. Essais de caractérisation de matériaux

II.3.1. Masse volumique apparente

C'est la masse de l'unité de volume du corps à l'état naturel, calculée selon la norme EN P 18-555 [24] par la relation suivante :

$$\gamma_{app} = \frac{M - M_0}{V_{app}} \quad (\text{II-1})$$

Avec:

γ_{app} : Masse volumique apparente du matériau [g/cm^3].

M: Masse du récipient plein du matériau [g].

M_0 : Masse du récipient vide [g].

V_{app} : Volume du récipient [cm^3].

II.3.2. Masse volumique absolue

C'est la masse de l'unité de volume absolue sans vides du matériau, déterminée selon la norme EN P 18-555 [24] par la relation suivante :

$$\gamma_{ads} = \frac{M}{(V_2 - V_1)} \quad (\text{II-2})$$

Avec:

γ_{ads} : Masse volumique absolue du matériau [g/cm^3].

M: Masse d'agrégats[g].

V_1 : Volume de l'eau [cm^3].

V_2 : Volume total (grains+eau) [cm^3].

II.3.3. Analyse granulométrique

Elle permet, selon la norme NF P18-560 [25] de déterminer la grosseur et les dosages pondéraux des différents grains de matériaux, dont les particules sont de diamètre supérieur ou égal à 0.08 mm. Le poids de l'échantillon pris dans l'essai est tel que :

$$200D < M < 600D$$

Avec :

M : Poids d'échantillon [g].

D : Dimension maximal du plus gros élément [mm].

II.3.3.1. Module de finesse

Il correspond à la somme des pourcentages des refus cumulés ramenée à l'unité, pour les tamis de modules 23, 26, 29, 32, 35, et 38:

$$M_f = \frac{\sum \text{des refus sur les tamis } (0,16;0,315;0,63;1,25;2,5;5)}{100} \quad (\text{II-3})$$

II.3.3.2. Coefficient d'uniformité

Il est donné par la relation suivante:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{II-4})$$

Avec :

D10 : Diamètre correspondant à 10 % des passants.

D60 : Diamètre correspondant à 60 % des passants.

II.3.3.3. Coefficient de courbure

Il est calculé à partir de la relation ci-dessous:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}} \quad (\text{II-5})$$

Avec :

D30 : Diamètre correspondant à 30 % des passants

Les résultats de l'analyse granulométrique sont regroupés sur les tableaux suivants :

Tableau II.1: Analyse granulométrique du sable alluvionnaire

tamis	R	Rc	RC%	P%
5	0	0	0	100
2,5	38,4	38,4	7,68	92,32
1,25	35,33	73,73	14,746	85,254
0,63	126,59	200,32	40,064	59,936
0,315	166,1	366,42	73,284	26,716
0,16	107,78	474,2	94,84	5,16
0,08	18,74	492,94	98,588	1,412
Found	5,38	498,32	99,664	0,336



Figure II.7: Les tamis utilisés pour le tamisage des copeaux de bois.

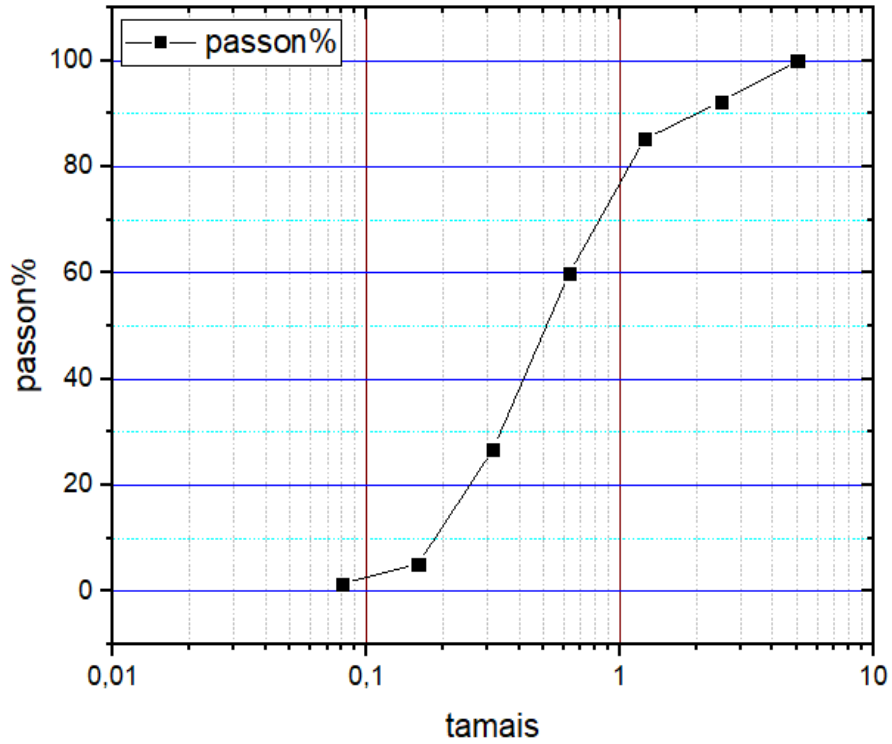


Figure II.8: Courbe de l'analyse granulométrique de sable alluvionnaire.

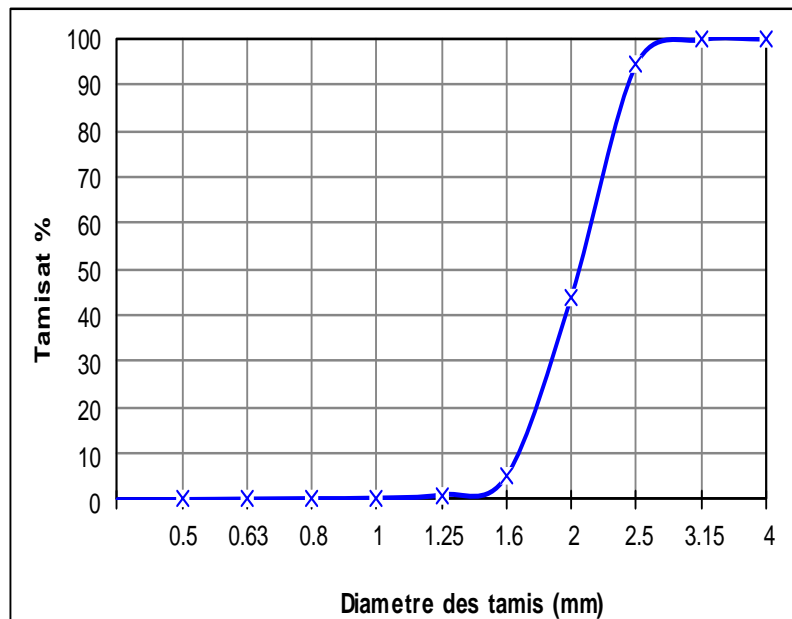


Figure II.9: Analyse granulométrique des granulats plastiques[26].

Tableau II.2: Analyse granulométrique des copeaux de bois.

module	Tamis(mm)	Réfusée (g)	Refus (g)	Refus %	Passant %
41	10	4.5	4.5	2.25	97.75
40	8	2.9	7.4	3.7	96.3
39	6.3	4.9	12.3	6.15	93.85
37	4	30.3	42.6	21.3	78.7
36	3.15	24.4	67	33.5	66.5
35	2.5	13.8	80.8	40.4	59.6
32	1.25	40.8	121.6	60.8	39.2
31	1	7.4	129	64.5	35.5
28	0.5	33.4	162.4	81.2	18.8
27	0.4	5.2	167.6	83.8	16.2
-		29.2	196.8	98.4	1.6

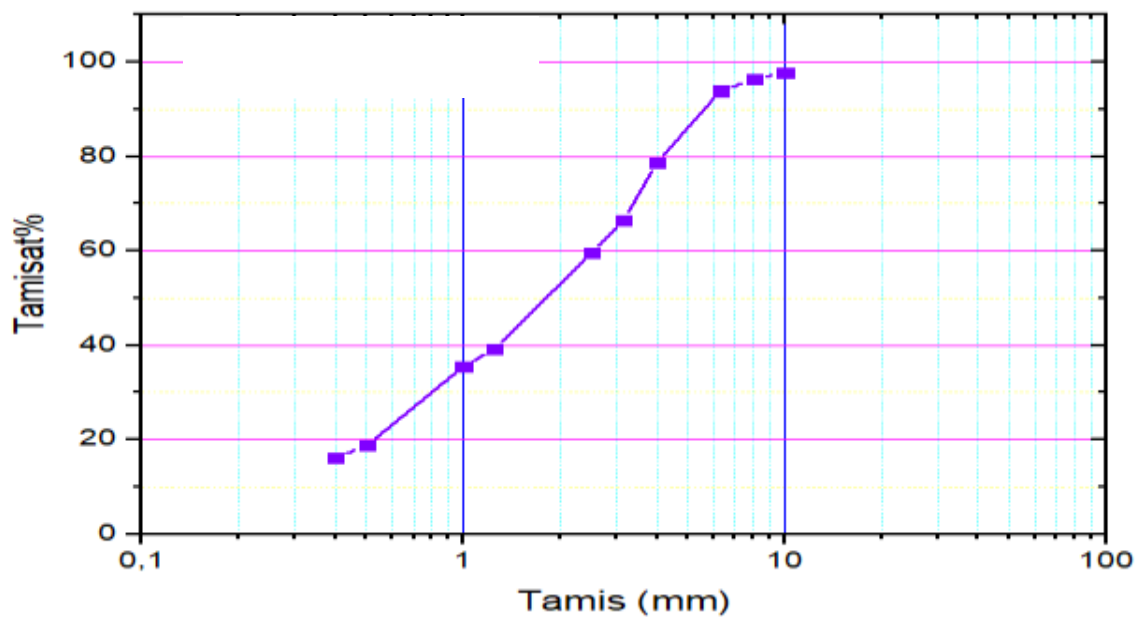


Figure II.10: Analyse granulométrique des copeaux de bois.

II.3.4. Equivalent du sable

L'essai consiste à évaluer la propreté du sable et à déterminer le pourcentage des impuretés et des poussières nuisibles, conformément à la norme NF P 18-598 [27] (figure II.4), comme suit:

$$ESv = \frac{H_2}{H_1} \cdot 100\% \tag{II-6}$$

$$ESp = \frac{H'_2}{H_1} \cdot 100\% \tag{II-7}$$

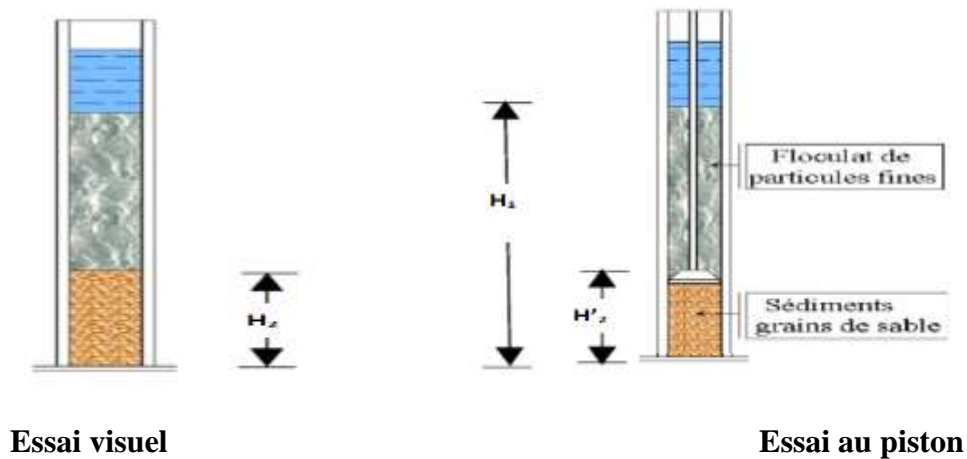


Figure II.11: Essai d'équivalent de sable.

II.3.5. Coefficients d'absorption

II.3.5.1. Coefficient d'absorption du sable

Il est défini comme étant le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon du sable après imbibition par l'eau, à sa masse sèche. Cette imbibition est obtenue par immersion de l'échantillon dans l'eau pendant 24 heures à 20 °C. Le coefficient d'absorption est déterminé par la relation ci-dessous selon la norme EN P 18-555 [24].

$$A_b = \frac{M_a - M_s}{M_s} \times 100 \quad (\text{II-8})$$

Avec :

A_b : Coefficient d'absorption.

M_s : Masse à l'état sec.

M_a : Masse de l'échantillon imbibé à la surface sèche en gramme, déterminée comme suit:

Après imbibition dans l'eau pendant 24 heures, étaler l'échantillon sur une surface plane non absorbante et le soumettre à un flux d'air chaud, tout en le remuant afin que la surface externe des grains sèche. En plaçant le matériau dans un moule tronconique (figure II.12), posé sur une surface plane non absorbante, et en le compactant légèrement, on vérifie que celui-ci s'écoule en démoulant.

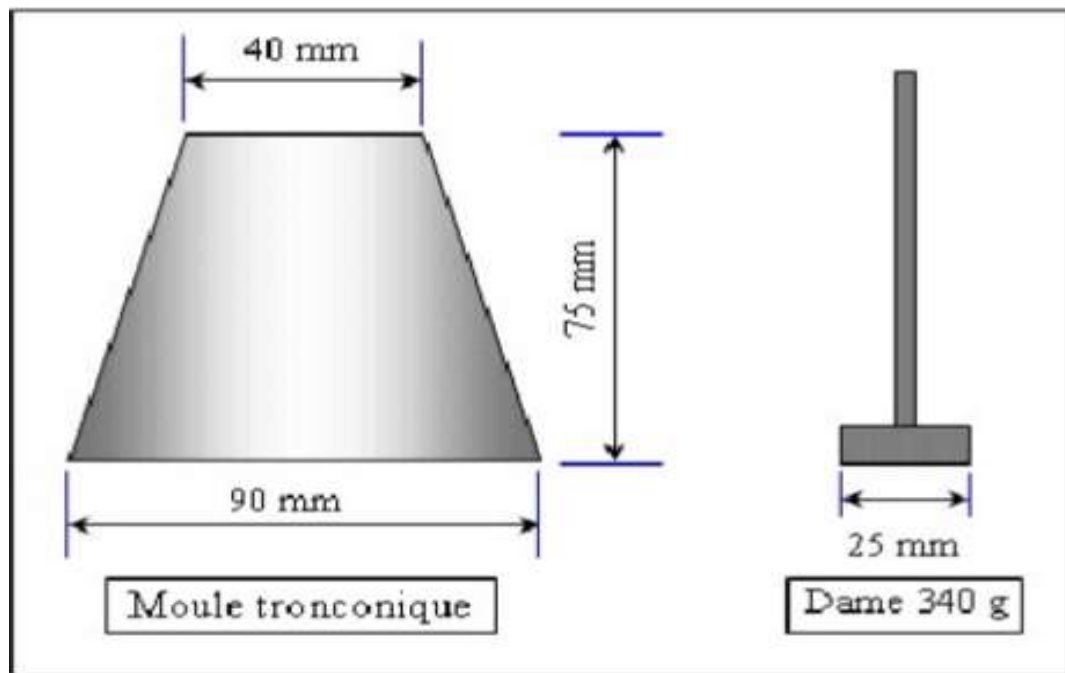


Figure II.12: Mesure du coefficient d'absorption du sable.

Tableau II.3: Propriétés des matériaux utilisés

Caractéristiques	Unité	Sable alluvionnaire	Copeau de bois	Granulats plastiques
Masse volumique apparente	[kg /m ³]	1342.66	86.67	531
Masse volumique absolue	[kg /m ³]	2632.50	535	916
Equivalent de sable.ES à piston	[%]	74.39	/	/
Equivalent de sable ES visuel	[%]	75.8	/	/
Module de finesse M _f	/	2.30	/	4.98
Coefficient d'uniformité Cu	/	0.48	/	/
Coefficient de courbure C _C	/	0.51	/	/
Coefficient d'absorption Ab	[%]	1.29	/	/

II.4. Composition et préparation de bétons

II.4.1. Optimisation du béton de sable à base de copeau de bois et granulats de plastique

Composition de béton de sable

La composition optimale du béton de sable, prise comme référence pour notre étude est le résultat des [28]. Qui a adopté une méthodologie inspirée des travaux effectués [28]. Partant d'un sable alluvionnaire et d'un dosage en ciment fixé, la quantité de fillers calcaires est définie pour obtenir la compacité et la résistance maximale de notre béton.

Dosage de 1 m³ de béton de sable :

Tableau II.4: Matériaux dans 1m³ de béton de sable

Sable	1460 kg/m ³
Ciment	350 kg/m ³
Filler calcaire	150 kg/m ³
Eau	210 l/m ³
Adjuvant	1.5 %

Chapitre II : Caractérisation des matériaux et composition de béton

Selon les travaux des autres chercheurs dans ce domaine, nous allons essayer de trouver une formulation optimale pour trouver les taux des différents composants de béton, et en même temps doit répondre à toutes les exigences de résistance mécanique.

Cela se fait par l'utilisation de matériaux locaux tels que le sable d'alluvionnaire et l'exploitation d'autres matériaux rejetés dans l'environnement, tels que le copeau de bois et le filler de calcaire.

II.4.2.Choix des différents pourcentages des composants

D'après la recherche bibliographie, et le travail effectué par Bederina, M [28]qui a donné des résultats concernant l'influence de pourcentages des différentes compositions

On a fixé les pourcentages de ciment, l'eau, et superplastifiant, le filler de calcaire donc nous arrivons à proposer quatre (04) compositions pour but de chercher la meilleure proportion répondue aux propriétés mécaniques et physique.

Les huit compositions proposées pour notre travail sont:

Tableaux suivants qui donné les masses des matériaux utilisés :

Tableau II.5: Les masses des matériaux utilisés dans les mélanges

Matériaux (g) Mélanges	sable	Ciment	Filler de calcaire	Copeaux de bois	Granulat plastique	L'eau	adjuvant
SA%100	764.42	179.2	76.8	/	/	107.52	8.04
B%25+SA%75	573.32	179.2	76.8	16.38	/	107.52	8.04
B75%+SA25%	191	179.2	76.8	49.16	/	107.52	8.04
B50%+SA50%	382.2	179.2	76.8	32.76	/	107.52	8.04
P25%+SA75%	573.32	179.2	76.8	/	67.94	107.52	8.04
P75%+SA25%	191	179.2	76.8	/	203.8	107.52	8.04
P50%+SA50%	382.2	179.2	76.8	/	135.88	107.52	8.04
SA50%+B25%+P25%	382.2	179.2	76.8	16.38	67.94	107.52	8.04

II.4.3. Confection des éprouvettes

La norme EN196-1[30] décrit de manière détaillée le mode opératoire concernant la préparation des éprouvettes.

- On prépare le mortier
- On remplit un moule $40 \times 40 \times 160$ mm de mortier préparé en deux couches en appliquant à chaque couche 60 chocs à l'aide d'appareil à chocs.
- La face supérieure a rasée, les moules sont mis à l'abri.
- Après 24h du coulage, les éprouvettes sont démoulées et entre posées dans l'aire liber au laboratoire de génie civil d'université.

Donc on résume les étapes de confection d'une éprouvette comme suit:

a) La quantification des matériaux

On pèse les quantités nécessaires des différents matériaux: sable alluvionnaire, copeaux de bois, ciment, filler de calcaire et l'eau et adjuvant. Par une balance électronique (voir photos).



Figure II.13 : Les matériaux mélangés.

b) Préparation des moules

Préparation des moules: Après le nettoyage et graissage à l'aide d'une huile les moules sont prêts pour utilisation.



Figure II.14 : Graissage des moules.

c) Le malaxage

On a utilisé un malaxeur électrique en suivant les étapes suivantes:

On pose le sable alluvionnaire, le ciment et le filler de calcaire (60 s), après ça on ajoute les copeaux de bois (60s) et en fin on ajoute l'eau avec adjuvant ; on procède au malaxage pendant presque (120 s) à vitesse lente, jusqu'à l'obtention d'un mélange assez homogène.

d) Coulage des éprouvettes

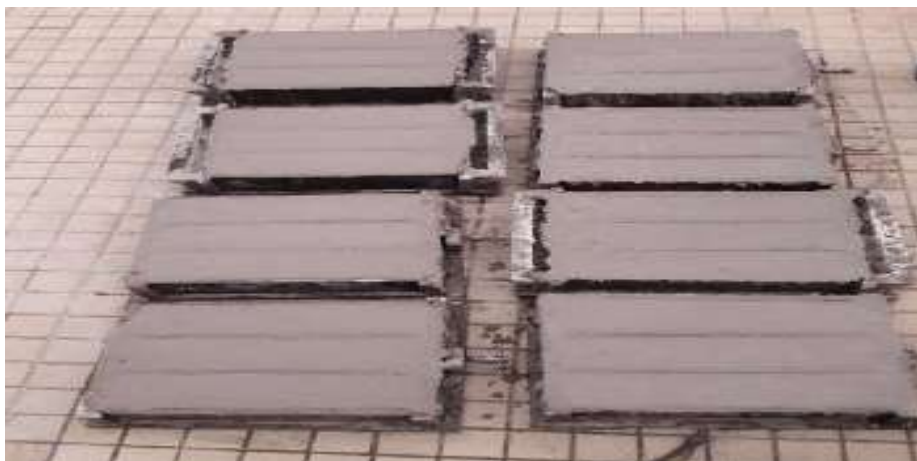


Figure II.15: Coulage du moule.

e) Finissions

Une opération de finissions est exécutée sur le parement supérieur des éprouvettes pour obtenir des surfaces lisses.

f) Démoulage des éprouvettes

Après démoulage les éprouvettes sont conservées au sein du laboratoire

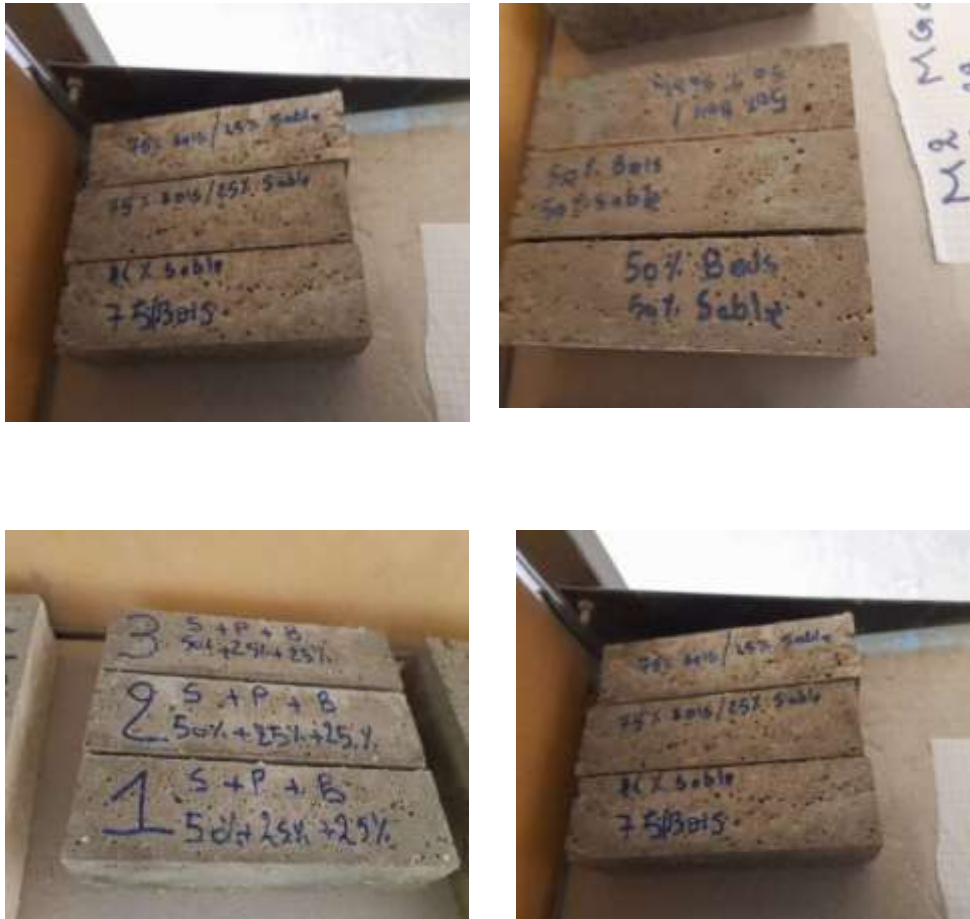


Figure II.16 : Les éprouvettes après le démoulage.

Conservation des éprouvettes après le démoulage les éprouvettes sont conserve à l'air libre dans les conditions normales de laboratoire pendant 28 jours.

Il est à noter que tous ces essais sont réalisés dans les conditionnes normales de laboratoire de génie civil université où la température $T = 23 \pm 5^\circ$ Cet l'humidité était à l'intérieur égale à $35\% \pm 5$.

II.5. Techniques de mesures expérimentales

II.5.1. Essais mécaniques

II.5.1.1. Résistance à la traction par flexion

Cet essai exécuté sur des éprouvettes prismatique (40x40x160 mm). Avec l'aide d'une presse universelle de la marque CONTROLS avec une capacité de 5000KN).

Il consiste à rompre en flexion une éprouvette prismatique de côté b et de longueur $4b$. Avec une charge totale P [31] (voir **figure**), le moment de flexion constantes relies deux points d'application de la charge est égal à:

$$M = (L * F_f) / 4 \quad (\text{II-9})$$

L : longueur de l'éprouvette entre les deux points d'appuis.

F_f : La charge appliquée.

La contrainte de flexion correspondante sur la fibre inférieure est:

$$R_f = (M * V) / I \quad (\text{II-10})$$

Avec:

$$V = b/2 \quad I = b^4/12 \quad (\text{II-11})$$

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

$$R_f = \frac{1.5 \cdot F_f \cdot l}{b^3} \quad (\text{II-12})$$

R_f : Résistance à la flexion en (MPa).

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

l : Longueur qui sépare les deux appuis en (mm).

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

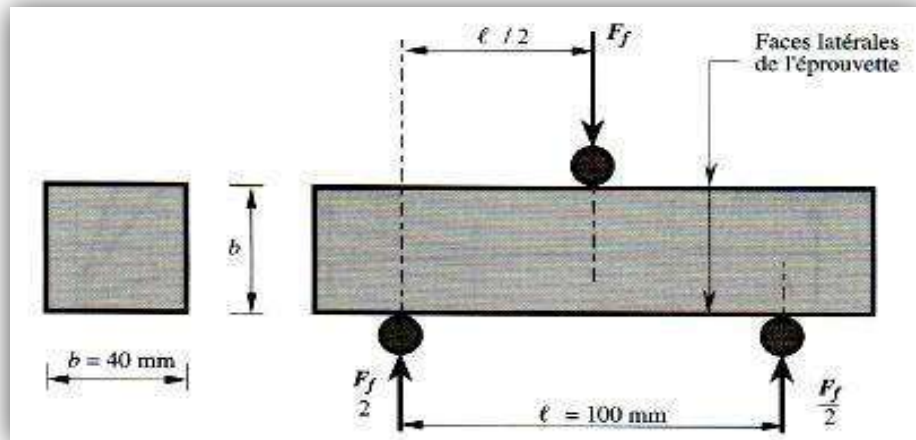


Figure II.17: Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion (3points)[1].

II.5.3.2. Résistance à la compression

Cet essai est effectué après avoir fait l'essai de traction par flexion, cette dernière rompt l'éprouvette en deux parties, l'essai est réalisé à l'aide d'un appareil d'universel selon la norme **NF P 18-406**[32]., fonctionnant avec un système de pression hydraulique.

Les éprouvettes de dimensions (4*4*16 cm), qui sont préparées à partir éprouvettes de flexion, Centré entre deux plaques métalliques de façon que l'axe vertical du l'éprouvette coïncide avec l'axe des blocs de chargement.

La charge est appliquée aux éprouvettes de manière continue jusqu'à le rupture et l'écrasement total, voir les **figure II-8**.



Avant l'écrasement



Après l'écrasement

$$\sigma_c = P_c / S \text{ (IV.4)}$$

(II-13)

σ_c : contrainte de compression;

P_c : la charge de rupture à la compression;

S : section transversale de l'éprouvette ($S = ax a$).

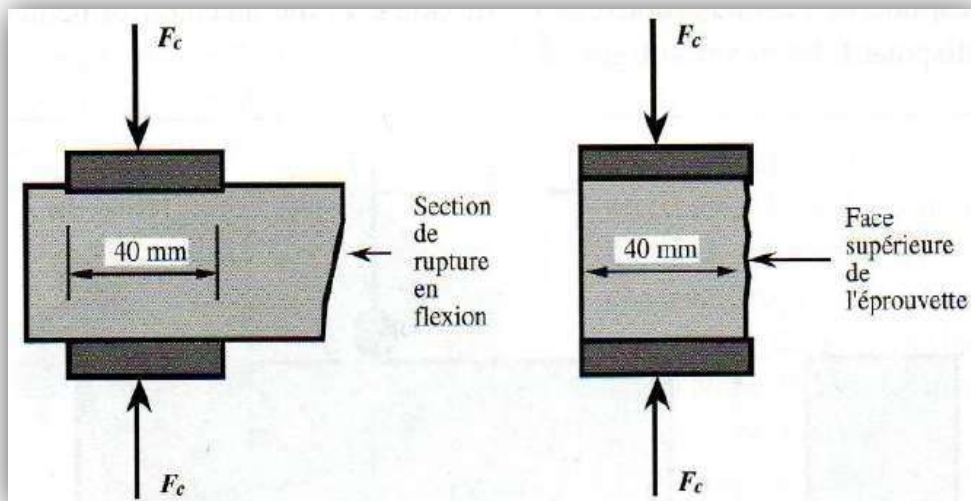


Figure II.18: Dispositif pour l'essai de compression [1].

II.5.2. Essais des propriétés acoustiques

L'appareil utilisé pour évaluer la vitesse d'ondes acoustiques longitudinales est le pundit (figure II-20). Il permet de mesurer le temps de parcours d'une onde d'un point émetteur à un point récepteur.

La mesure des propriétés acoustiques du béton étudié a été réalisée selon la norme ASTM C-384 sur des échantillons de forme cylindrique de rayon 60 mm et épaisseur de 20 mm. À l'aide d'un haut-parleur, une onde sonore est produite à l'une des deux extrémités d'un tube. L'autre extrémité du tube est fermée par une paroi constituant l'échantillon à tester, comme la montre dans la figure II.13. Une onde stationnaire est créée dans le tube par réflexion sur les deux extrémités.

En mesurant le rapport (n) entre le maximum et le minimum de la pression dans le tube, on peut calculer le coefficient d'absorption acoustique du matériau. Étant rigide, la proportion d'énergie absorbée par le tube est négligeable par rapport à l'énergie absorbée par l'échantillon. En résumé, en mesurant les valeurs de pression maximale et minimale (P_{max} et P_{min}) dans le tube et en appliquant la formule représentée par les équations (II-14) et (II-15), on obtient la valeur du coefficient d'absorption acoustique α .

$$n = \frac{P_{max}}{P_{min}} \quad (II-14)$$

$$\alpha = 1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 \quad (II-15)$$

On peut également calculer le coefficient de réduction du bruit (NRC), qui est défini comme étant la moyenne des coefficients d'absorption acoustique de fréquence (arrondis au 5% près) mesurés à 250, 500, 1000 et 2000 Hz [33].

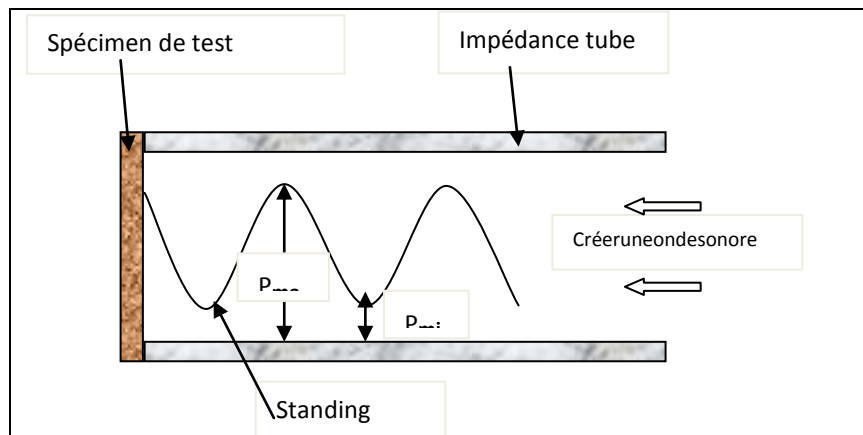


Figure II.19. Mesure des propriétés acoustiques (Tube de kunt).



Figure II.20. Mesure des propriétés acoustiques (Tube de kunt).



Figure II.21. Les éprouvettes utilisées pour la mesure des propriétés acoustiques.

II.6.Conclusion

Dans ce chapitre on a essayé de caractériser des matériaux, les étapes expérimentales ont été étudiées en détail. Les conclusions sont :

- 1/le sable alluvionnaire utilisé est un sable propre et plus compact ;
- 2/ le ciment utilisé est de poids spécifique à la moyenne habituelle ;
- 3/ l'ajout de filler de calcaire peut améliorer la cohésion ;
- 4/ la caractérisation des copeaux de bois et de granulats plastiques utilisés a relevé un caractère hydrophobe important, une faible masse volumique, et une granulométrie continue.

Le chapitre suivant va consister à faire apparaître les résultats obtenus et de présenter une interprétation et une analyse de ces résultats.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1 Introduction

Nous présentons dans cette partie, les résultats expérimentaux des différents essais réalisés au cours de ce travail de mémoire. Il s'agit donc de faire les points sur la caractérisation physicomécanique, particulièrement les propriétés acoustiques d'un béton de sable à base de granulats plastiques et de copeaux de bois.

Nous avons présenté les résultats des pertes de masse à chaque pourcentage (sable, copeaux de bois et granulats plastique) et de la densité et commenté, puis nous les avons commentés.

Les résultats des essais mécaniques (résistance à la flexion et à la compression) du béton étudié, ont également été présentés et interprétés. Enfin, l'essentiel du travail, représenté par les résultats des propriétés acoustiques, a été abordé et discuté.

Rappelons que les proportions des différents mélanges étudiés sont montrées dans le tableau 1.

Tableau III.1. Les mélanges étudiés

Mélange	Notation
100% Sable	M0
75% Sable +25% Granulat plastique	M1
50% Sable +50% Granulat plastique	M2
25% Sable+ 75% Granulat plastique	M3
75%Sable +25% Copeaux de bois	M4
50% Sable +50% Copeaux de bois	M5
25%Sable+ 75% Copeaux de bois	M6
50% Sable +25% Granulat plastique +25% Copeaux de bois	M7

III.2. Masse volumique

Pour les bétons, la masse volumique dépend de plusieurs facteurs, tels que la proportion d'agrégats et de ciment, le rapport initial Eau / Ciment, le mode de préparation, la température et l'humidité des échantillons.

Les valeurs de la masse volumique à 28 jours du béton de sable à base de granulats plastiques et de copeaux de bois, sont mentionnées sur le tableau II.2 et la figure III.1.

Tableau III.2. Les masses volumiques des compositions à 28 jours

Mélanges	Masse volumique (kg/m ³)
M0	2097
M1	2003
M2	1784
M3	1580
M4	1923
M5	1689.45
M6	1566
M7	1676.17

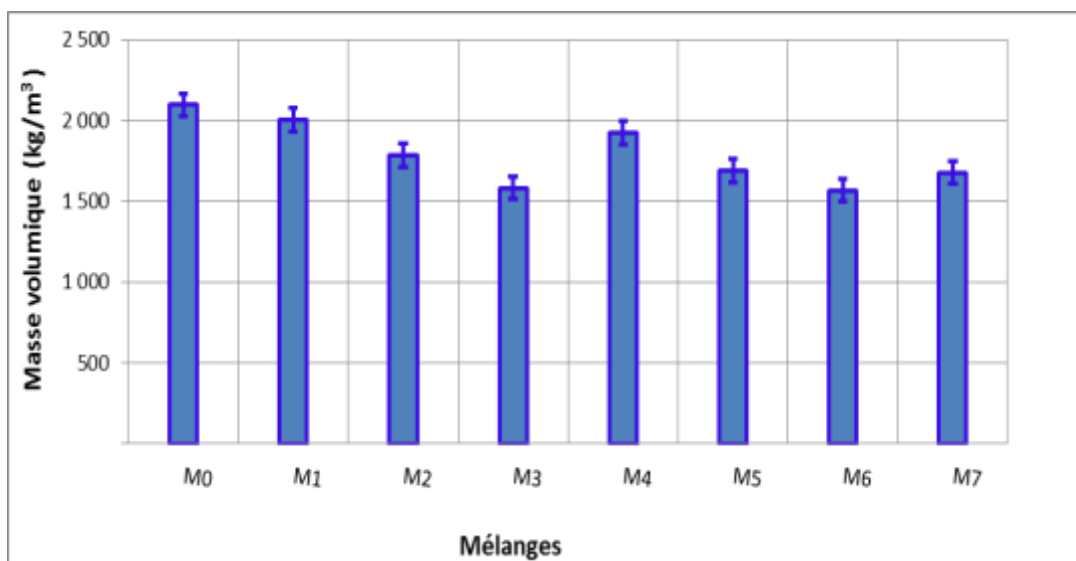


Figure III.1. Masse volumique des compositions à 28 jours.

- On constate que lors du remplacement de 25%, 50% et 75% du sable par des granulats plastiques et également lors de son remplacement par des copeaux de bois, on enregistre une diminution significative de la densité du béton de sable.

- Cela est dû aux densités des granulats plastiques et de la sciure de bois qui sont nettement inférieures à celle des granulats naturels.

Chapitre III : Résultats et discussions

-En revanche, le remplacement de 50 % par un mélange de 25 % de granulats plastiques et de 25 % de sciure de bois entraîne une légère augmentation de la densité du béton de sable.

- Il est à noter que la faible densité du béton de sable est liée à l'ajout d'agrégats plastiques et copeaux de bois au béton de sable, contrairement au cas du béton de sable sans additifs, où elle est plus élevée.

III.3. Résistance à la compression

Comme pour la plupart des autres matériaux, la résistance du béton est fondamentalement dépendante des vides qu'il comporte. Elle est très influencée par le volume des vides.

Dans notre cas, l'ajout des granulats plastiques et des copeaux de bois confère au béton de sable une porosité considérable. Cette porosité est d'autant plus élevée que la teneur en ajouts est plus grande.

Les valeurs de la résistance de rupture à la compression à 28 jours des différentes compositions étudiées sont mentionnées sur le tableau III.3 et la figure III.2.

Tableau III.3. Les résultats de la résistance à la compression à 28 jours

Mélanges	Résistance à la compression (MPa)
M0	27
M1	19.3
M2	15.86
M3	11.61
M4	17.6
M5	13.7
M6	11.47
M7	12.53

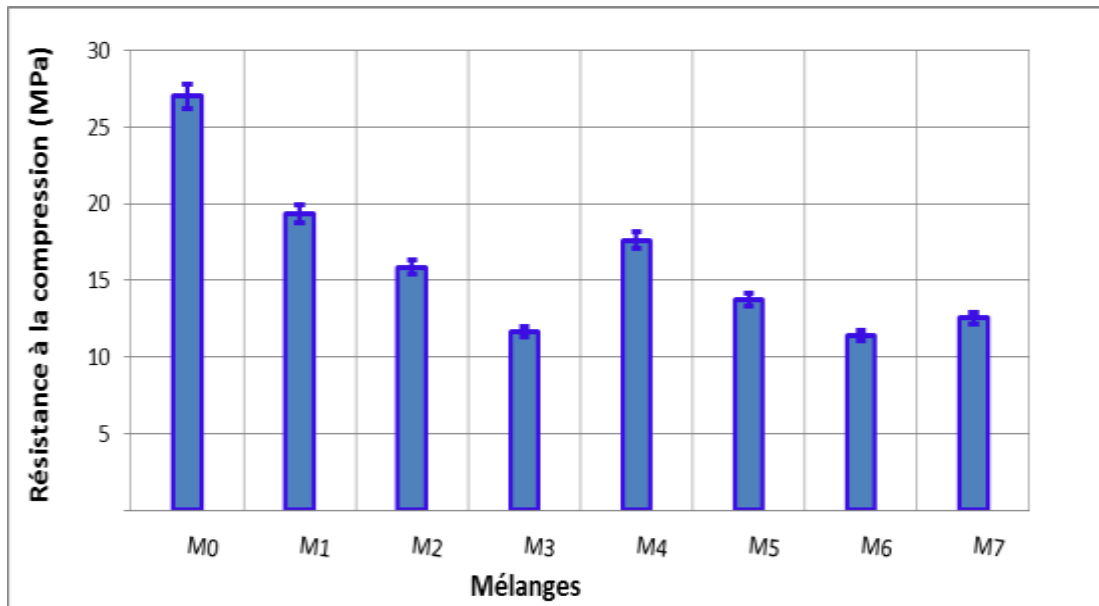


Figure III.2 La résistance à la compression de compositions étudiées à 28 jours.

- En remplaçant 25 % 50 % et 75 % de sable par des granulats plastiques et aussi de copeaux de bois, on constate une diminution de la résistance à la compression, et lorsqu'aucun ajout n'est fait, la résistance à la compression reste dans son état normal de béton.

La diminution de la résistance à la compression lors de l'ajout de copeaux de bois et de granulats plastiques peut s'expliquer par plusieurs facteurs : la nature, la forme, la surface, la flexibilité, etc.

Lors du mélange de granulats plastiques et de copeaux de bois à 25% chacun avec 50% de sable, cela entraîne une légère augmentation de la résistance à la compression ; cela est dû à la forme, à la nature et à la flexibilité du mélange.

Il ressort de ce qui précède que ces résultats concordent avec les conclusions de Boucedra [26] et Bederina [28] pour lesquelles la résistance à la compression du béton de sable à base de granulats plastiques et de sciure de bois est inférieure à la résistance du béton témoin.

III.4. Propriétés acoustiques

L'acoustique architecturale doit favoriser l'écoute ou, inversement, à apporter une protection contre le bruit quand celui –ci est une cause de gêne. Dans tous les cas, il est nécessaire de comprendre comment le son se propage dans l'espace afin d'en maîtriser son cheminement et sa réception.

III.4.1. Coefficient d'absorption acoustique

Le coefficient d'absorption acoustique définit le rapport entre le bruit absorbé et le bruit entrant. Les valeurs du coefficient d'absorption acoustique obtenues pour les différents types de béton de sable étudiés, sont illustrées par la figure III.3.

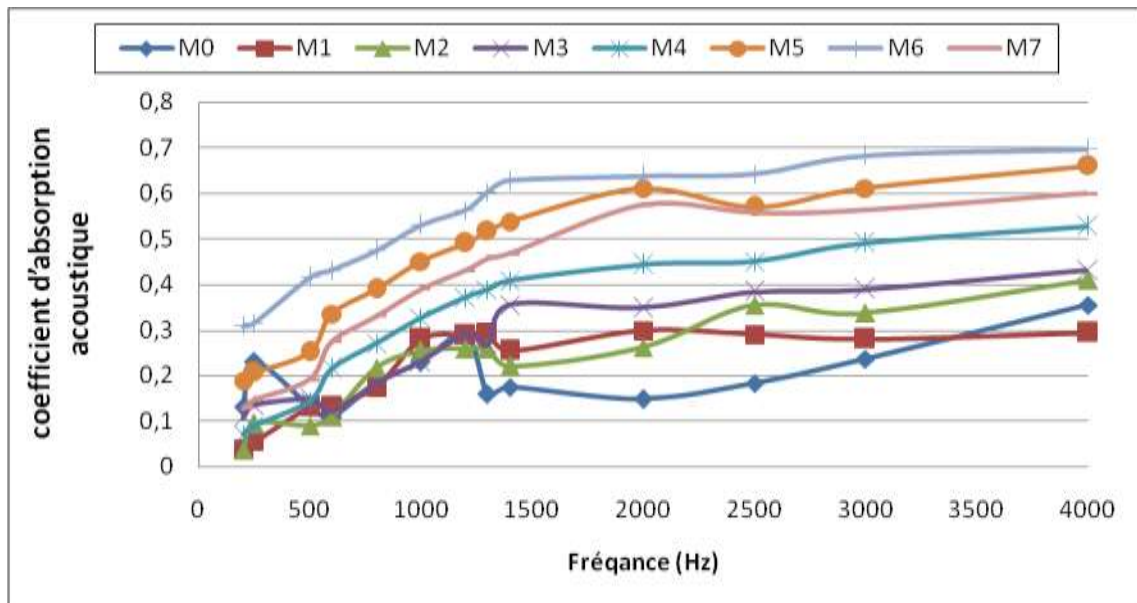


Figure III.3 : Influence de l'ajout des agrégats plastiques et des copeaux de bois sur le coefficient d'absorption acoustique du béton de sable à 28 jours.

- D'après les résultats obtenus, on constate que la majorité des coefficients d'absorption acoustique vont de 0,08 à 0,7 pour les bétons sable étudiés.

Cela montre que l'absorption accrue des agrégats plastiques et de copeaux de bois affecte les propriétés d'absorption acoustique du béton de sable.

Les coefficients d'absorption acoustique lors du remplacement de 25%, 50% et 75% de sable par des copeaux de bois sont les plus élevés, contrairement au remplacement, avec les mêmes pourcentages, par des granulats plastiques.

Chapitre III : Résultats et discussions

Le taux d'absorption le plus élevé est enregistré à 75 % de copeaux de bois. Il a été noté que lorsqu'une onde sonore tombante entre en contact avec un matériau, deux ondes peuvent être créées, une onde réfléchie dans le milieu qui émet du son et une onde transmise qui traverse le matériau. Celle-ci dépend de la capacité d'absorption du matériau, cette absorption est liée à la densité et à la porosité du matériau, en fonction de la fréquence de l'onde.

Plus le coefficient d'absorption du matériau est élevé, plus l'absorption acoustique est importante.

III.4.2. Coefficient de réduction du bruit

Le bruit est omniprésent et représente une nuisance considérable dans notre vie.

D'où, la connaissance des performances acoustiques du matériau afin de traiter efficacement le bruit et garantir le confort acoustique aux occupants des bâtiments, est nécessaire.

Les valeurs des coefficients de réduction de bruit pour différents types de béton de sable sont illustrées par la figure III.4.

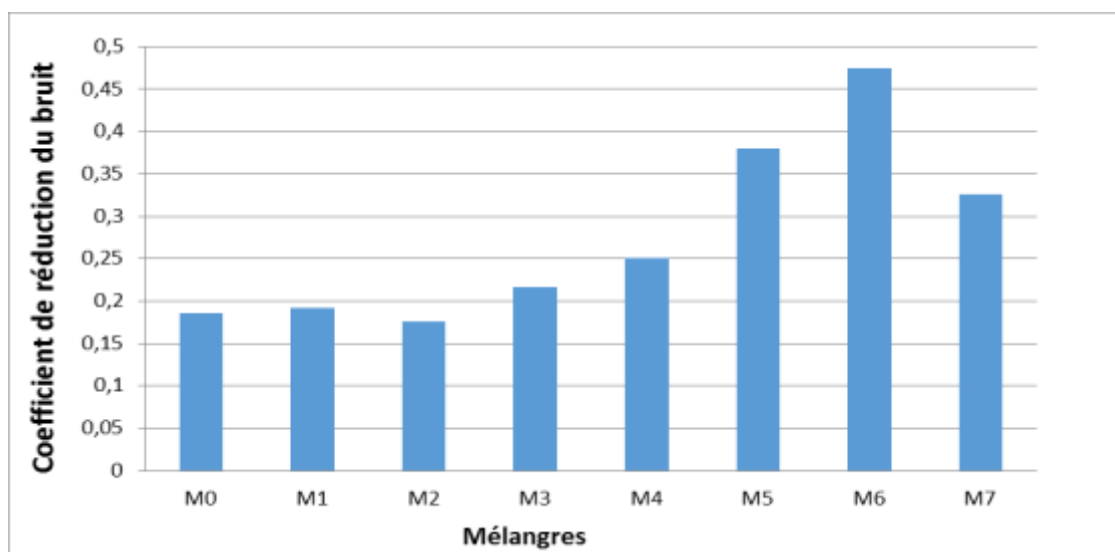


Figure III.4 Influence de l'ajout des agrégats plastiques sur le coefficient de réduction du bruit à 28 jours.

Chapitre III : Résultats et discussions

A travers le remplacement de 25%, 50%, 75% du sable par des granulats plastiques et des copeaux de bois, on note alors :

- Le passage du coefficient de bruit (CRB) de 0,18 à 0,25, tout en étant légèrement supérieur dans le cas des granulats plastiques, car ce matériau a un effet bénéfique sur les propriétés d'absorption acoustique.

En revanche, lors du remplacement de 25% et 50% de sable, on remarque un coefficient de bruit plus élevé allant de 0,25 à 0,39, et encore le remplacement de 75% de sable par des copeaux de bois l'augmente davantage et atteint 0,48, ce qui prouve que les copeaux de bois ont une capacité d'absorption plus élevée, contrairement aux granulats plastiques, bien que le béton de sable léger ait aussi un effet sur l'absorption du bruit.

Lors du remplacement d'un mélange d'agrégats plastiques et copeaux de bois à 25 % chacun, on note également une capacité d'absorption élevée.

On peut dire que les copeaux de bois ont un effet significatif sur le coefficient d'absorption du bruit, contrairement aux gravats plastiques.

En général, nous pouvons garantir une bonne l'isolation phonique par l'utilisation combinée de ces matériaux recyclés. Leur utilisation pourrait être bénéfique pour avoir une bonne qualité de béton de sable isolant acoustiquement. En d'autres termes, il s'agit d'un nouveau matériau de construction et d'isolation.

III.5. Conclusions

Dans ce chapitre, nous concluons les résultats suivants:

1/ la densité du béton de sable à base de granulats plastiques et de copeaux de bois est faible.

2/ La résistance mécanique à la compression de béton à base granulats plastiques est inférieure et plus faible, comparée à la résistance du béton de sable normal.

3/ l'ajout de copeaux de bois et de granulats plastiques au béton de sable conduit à une valeur très élevée du coefficient d'absorption acoustique.

Même comparé aux résultats de Boucedra [26] Ce où on a utilisé des granulats plastiques

Chapitre III : Résultats et discussions

seulement dans le béton de sable, les résultats sont meilleurs.

Ce travail de recherche montre qu'il est possible d'utiliser les déchets plastiques et copeaux de bois comme granulats de substitution pour la confection des Eco- matériaux de construction verts.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les résultats présentés dans ce mémoire montrent bien l'avantage et l'intérêt des matériaux étudiés dans le domaine du génie civil. Ils peuvent trouver leur utilisation comme un béton de structure ou béton de remplissage.

Ce qu'il faut noter encore, est que l'allègement du béton de sable par ajout de granulats plastiques et copeaux de bois est accompagné par une perte de résistance mécanique, mais un compromis résistance-allègement reste toujours possible.

Par ailleurs, cette étude a permis de mieux comprendre les comportements physiques et mécaniques ainsi que les propriétés acoustiques des bétons de sable à base de granulats plastiques et de copeaux de bois ; on peut noter que :

- L'ajout des copeaux de bois et de granulats plastiques aux bétons de sables réduit la densité de ces composites, par rapport au béton témoin.
- L'augmentation de la teneur en granulats plastiques et en copeaux de bois a un effet direct sur la résistance à la compression de ces composites, plus ce pourcentage augmente, plus leur résistances diminuent.
- L'incorporation des particules plastiques et de copeaux de bois dans la matrice cimentaire permet, à la fois, de réduire l'intensité sonore, et d'amortir les vibrations, ce qui permet de fournir un bon niveau de fiabilité d'isolation acoustique.

Par ailleurs, ce travail de recherche montre qu'il est possible d'utiliser les déchets plastiques et de bois comme granulats de substitution pour la confection des Eco- matériaux de construction verts ; l'utilisation de ces matériaux réduit également le coût du béton de sable.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [01] HACHEMI, SAMYA, 2015 Etude du comportement du béton soumis à haute température influence du type de béton et de la nature des constituants. Thèse de doctorat, université de Biskra.
- [02] BABA-ARBI, MANSOUR, 2017. Etude du comportement du béton de sable dunes renforcé par des fibres métalliques soumis à haute température ; mémoire master université Ouargla.
- [03] Guendouze Mohamed. Contribution à la formulation et à la caractérisation d'un éco – matériau de construction à base de déchets plastiques : application au béton de sable. Thèse doctorat Avril 2017, Université de Yahai Farès de Médéa.
- [04] ADJOUDE .2017.
- [05] ATMANI. 2017.
- [06] : M. Buyck, 'Gestion des déchets plastiques et détection de micro-déchets plastiques en station d'épuration en Wallonie', mémoire de master, Université Gembloux, 2018.
- [07]: Y-W. Choi, D-J. Moon, J-S. Chung, S-K. Cho, 'Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete', Cement and concrete research 2005, 35(4):776-781.
- [08]: K. Senthil Kumar, K. Baskar, 'Recycling of E-plastic waste as a construction material in developing countries', J Mater Cycles Waste Manag 2015, 17:718 –724.
- [09]: B. Coppola, L. Courard, F. Michel, L. Incarnato, L. Di Maio, 'Investigation on the use of foamed plastic waste as natural aggregates replacement in lightweight mortar', Composites Part B: Engineering 2016, 99:75-83.
- [10]: K. Hannawi, S. Kamali-Bernard, W. Prince, 'Physical and mechanical properties of mortars containing PET and PC waste aggregates', Waste management 2010, 30(11):2312- 2320.
- [11]: C. Albano, N. Camacho, M. Hernandez, A. Matheus, A. Gutierrez, 'Influence of content and particle size of waste pet bottles on concrete behavior at different w/c ratios', Waste Management 2009, 29(10):2707-2716.
- [12]: A. Badache, AS. Benosman, Y. Senhadji, M. Mouli, 'Thermo-physical and mechanical characteristics of sand-based lightweight composite mortars with recycled high-density polyethylene (HDPE)', Construction and Building Materials 2018, 163:40-52.
- [13]: YW. Choi, DJ. Moon, YJ. Kim, M. Lachemi, 'Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate

Références Bibliographiques

- bottles', *Construction and Building Materials* 2009, 23(8):2829-2835.
- [14]: E. Rahmani, M. Dehestani, M. Beygi, H. Allahyari, I. Nikbin, 'On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles', *Construction and Building Materials* 2013, 47:1302- 1308.
- [15]: AS. Benosman, H. Taïbi, Y. Senhadji, M. Mouli, M. Belbachir, and MI. Bahlouli, 'Plastic Waste Particles in Mortar Composites: Sulfate Resistance and Thermal Coefficients', *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology* 2017, 33(3):171-202.
- [16]: OY. Marzouk, R. Dheilily, M. Queneudec, 'Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites', *Waste management* 2007, 27(2):310-318.
- [17]: P. Mounanga, W. Gbongbon, P. Poullain, P. Turcry, 'Proportioning and characterization of lightweight concrete mixtures made with rigid polyurethane foam wastes', *Cement and Concrete Composites* 2008, 30(9):806-814.
- [18]: N. Saikia, Jd. Brito, 'Waste polyethylene terephthalate as an aggregate in concrete', *Materials Research* 2013, 16(2):341-350.
- [19] Pimienta P., Chaudzllier J., Rubaud M., Dutruel F., Nicole H (1994), Etude de la faisabilité des procédés de construction à base de béton légers d'aujourd'hui, Cahier ce CSTB, Janv –Fev 1994.
- [20] NF 15 433 (FEV 1994) méthodes d'essais des ciments –détermination du retrait et du gonflement.
- [21] Liver. L'acoustique de bâtiment.
- [22] Fiches techniques de ciment.
- [23] Fiches techniques d'adjuvant.
- [24] EN P18-555(décember1990). Granulats-Mesures des masses volumiques coefficient d'absorption et teneur en des sables.
- [25] NF P18-560 (september1990) Granulats – Analyse granulométrique par tamisage.
- [26] Thèse doctorat BOUCEDRA AISSA 2018
- [27] NF P 18 -598: (octobre 1991) : Granulats – Equivalent de sable.

Références Bibliographies

- [28] BEDERINA, M (2007) , caractérisation mécanique et physique des béton de sable à base de déchets de bois ,Thèse de doctorat. Ecole nationale polytechnique.
- [29] J-J.Chauvin, G-Grimaldi.(september1988).Les bétons de sable –Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées(LCPC). N 157, PP. 9-15.
- [30] EN 196 -1 (Aout1995) : Méthode d'essais des ciments - Détermination des résistances mécaniques.
- [31] NF P15 – 471 :
- [32] NF P186 406 :
- [33] Thèse de doctorat. Laydi Marcelle. Elaboration et caractérisation des matériaux issus de ressources locales recyclées ou bio-sourcées.October 2019.Université de Rennes01

ANNEXES

✓ RECOMMENDED APPLICATIONS

- Reinforced concrete with high resistance.
- Self-consolidating concrete.

🪴 RECOMMENDED FORMULATION

	cement	Sand (dry) 0,6	Gravel ₀₋₄ 0,15mm - 15,00mm	Water (Dist)
Concrete dosage	50k X1	+ X7	+ X5 + X4	+ 25 L
	cement	Sand 0,6max 0/1mm	Sand (dry) 0,6mm	Water (Dist)
Mortar for bricklaying	50k X1	+ X6	+ X9	+ 35 L
Finishing mortar	50k X1	+ X9	+ X6	+ 35 L

Note : one Drum = 10 liters

🔍 TECHNICAL CHARACTERISTICS

Chemical analyzes (%)	value
Loss on ignition	2,6 – 3,7
Sulphate content (SO ₃)	2,2 – 2,8
Magnesium Oxide content (MgO)	1,7 – 2,8
Chloride content (Cl ⁻)	0,03 – 0,07
Potential composition of Clinker (%) (According to Bogue)	value
C ₃ S	56 – 66
C ₂ A	5,1 – 7,2
Physical properties	value
Normal consistency (%)	25,8 – 26,4
Hot expansion (mm)	0,25 – 1,0
Setting time (min)	value
Setting start	150 – 190
Setting end	200 – 250
Résistance à la compression	value
2 days (MPa)	20 – 29
28 days (MPa)	42,5 – 52,5



Version : 01/2023

SPA BISKRIA CIMENT
Adress : Djar Belahrache
Branis , Biskra Algeria

Phone : +213 (0)560 753 424
Fax : +213 (0)33 556 108
contact@biskriaciment-dz.com
www.biskriaciment-dz.com

NOTICE TECHNIQUE

2 1 1 9

MEDAFLOW 30Conforme à la norme EN 934-2: TAB 1, TAB 3.1
ET TAB 3.2 NA 774.**Super plastifiant
Haut réducteur d'eau****DESCRIPTION**

Le **MEDAFLOW 30** est un super plastifiant haut réducteur d'eau de la troisième génération. Il est conçu à base de polycarboxylates d'Ether qui améliorent considérablement les propriétés des bétons.

Le **MEDAFLOW 30** permet d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité.

En plus de sa fonction principale de superplastifiant, il permet de diminuer la teneur en eau du béton d'une façon remarquable.

Le **MEDAFLOW 30** ne présente pas d'effet retardateur.

DOMAINES D'APPLICATION

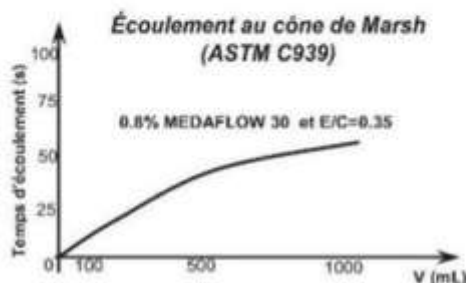
- Bétons à hautes performances
- Bétons auto - plaçant
- Bétons pompés
- Bétons précontraints
- Bétons architecturaux.

PROPRIÉTÉS

Grâce à ses propriétés le **MEDAFLOW 30** permet :

Sur béton frais :

- Obtention d'un rapport E/C très faible
- Amélioration considérable de la fluidité
- Une très bonne maniabilité
- Éviter la ségrégation
- Faciliter la mise en œuvre du béton



Sur béton durci :

- Augmenter les résistances mécaniques à jeune âge et à long terme (voir tableau).
- Diminuer la porosité
- Augmenter la durabilité
- Diminuer le retrait et le risque de fissuration

Désignation	Rc (MPa)		
	3J	7J	28J
MEDAFLOW 30 (1.4%)	39.2	54.7	62.2

CARACTÉRISTIQUES

- Aspect Liquide
- Couleur Brun clair
- pH 6 – 6,5
- Densité 1,07 ± 0,01
- Teneur en chlore < 0,1 g/l
- Extrait sec 30%

MODE D'EMPLOI

Le **MEDAFLOW 30** est introduit dans l'eau de gâchage.

Il est recommandé d'ajouter l'adjuvant dans le béton après que 50 à 70% de l'eau de gâchage ait déjà été introduite.

DOSAGE

Plage de dosage recommandée :

0,5 à 2,0 % du poids de ciment soit 0.46 à 1.85 litre pour 100 Kg de ciment.

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

CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

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