



Mémoire de fin d'études

PRESENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE : (Master)

Filière : Génie Civil
Option : Matériaux

THÈME :

Amélioration des caractéristiques des hourdis en ajoutant des fibres
de plastique recyclé

Préparé par : -BELFAR TAYEB
-NOURI ELHADI

Soutenu le : 21-06-2015

Devant le jury :

Encadreur : Dr DEBOUCHA .SADEK

Président : THABET. S

Examineur : BOUZID.C -Abdallah

Examineur : ROKBANE.A

Année Universitaire : 2015-2016

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

*Louange à ALLAH (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidé,
et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.*

*J'exprime toute mes gratitudees à Dr : DEBOUCHA SADEK
pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien
incessant.*

*JE suis en particulier reconnaissant, l'ensemble de notre jury de
mémoire, qui ont bien voulu examiner ce travail : soued tabet
Abdelmadjid rokbane, Bouzid chawki Abdallah Et tous
les enseignants de Génie Civil*

*Nous adressons nos remerciements encore à tous les responsables
du laboratoire de Génie Civil qui ont toujours été disponibles
pour nous donner un petit coup de main et beaucoup
d'encouragement*

Nous remercions aussi l'administration de Génie Civil

ELHADI S TAYEB

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom d'ALLAH, les tous Miséricordieux, le très Miséricordieux

Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.

*Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère**, qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, celle qui a fait preuve de ces plus copieux desseins pour me permettre de goûter le fardeau de ce monde et de chercher la voie de ma vie avec ces précieux conseils, donc je devais incessamment être de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie ALLAH le Miséricordieux qu'il te portera récompense, car la mienne ne sera guère complète,*

Et te protège et te garde en bonne santé.

*A **Mon chère père** qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans le parcours de l'enseignement. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments rudes de ma vie.*

*A **mes tantes** qui sont la couronne au dessus de ma tête.*

*A toute la famille **NOURI** et **KHALOI** sans exception.*

*A mes amis: **Abdelhalim, Mohamed, Hakim, Yamin, Messoaud, Atman, Riyadhe, Said,***

Abde rahmen, Aymen, Hossam, Sohaib, Miloud, Ammar.....

*A mon collègue à l'université : **TAYEB**...et Toutes la promotion 2016*

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.

Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.

ELHADI



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux

Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, ma famille qui m'ont aidé à poursuivre ces études.

*Je dédie ce modeste travail à **mes parents**, mes frères, mes sœurs, qui m'ont soutenu soit pour accomplir ce travail et m'ont accompagné durant les moments les plus difficiles, ma femme, mes enfants (sara, Karim, randa, chahra, alla Eddine) qui, à leurs tours étaient patients avec moi. Surtout au début de cette étude ; vue les problèmes que j'ai rencontré.*

A toute ma petite et grande famille sans exception.

Et A mes amis et à mes collègues qui travaillent avec moi.

*A mon collègue à l'université : **el hadi**... que je le souhaite un avenir onéreux et Toutes la promotion 2016*

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.

Enfin, remerciement à tous

Tayeb



Résumé:

A fin d'améliorer les caractéristiques physico-chimiques et économiques de l'hourdis on a essayé par Ce modeste travail qui a pour principaux objectifs de définir les techniques des essais qui concernent La reconnaissance des facteurs physiques a fin de les comparaitre les uns aux autres pour donner des résultats optimaux .soit de la résistance mécanique ou à la flexion pour connaitre plus la dureté et l'imperméabilité perméabilité de l'hourdis.

On a préparé le plastique sous forme des petites mailles de 10x3 mm² et 3x3 mm² comme adjuvant.et on a fait le mélange mortier plastique avec la prise du plastique en pourcentage déferents (5%-10%et15%).

Pour atteindre un tel objectif, la recherche a examiné des effets de plastique recyclé à améliorer le béton sous forme de l' hourdis en termes de résistance à la compression, l'absorption d'eau, et les tests de porosité, etétudier la taille effective de plastique recyclé utilisé pour modifier les propriétés du béton. Nous avons préparé les ajouts de plastique recyclé mélangés avec le béton pour la préparation d'échantillons de 10x10x10 cm³ et 4x4x16 cm³. Le pourcentage de matière plastique recyclée est compris entre 5% et 15%.

L'effet de chaque composant des mélanges sur la résistance à la compression, l'absorption de l'eau et la porosité des hourdis après 3, 14 et 28 jours de conservation à 23 ± était de 2 ° C.

La résistance à la compression est diminué avec l'augmentation du plastique recyclé, mais pour 5% de dose était suffisante entre 9.9(MPa) et 14.9(MPa). La petite taille de plastique recyclé donne de meilleurs résultats par rapport à la grande taille. L'absorption d'eau des hourdis à 28 jours. Le Durcissement est comprise entre 6% et 8% par rapport aux hourdis traditionnels qui a plus de 30%.d'absorption, le Résultats de la porosité montre qu'en diminuant avec le temps et la taille de plastique recyclé. En tant que résultats des hourdis de béton avec du plastique recyclé peuvent remplacer les hourdistraditionnels; en fin le nettoyage de l'environnement est indispensablede bouteillesplastiques. Avec la prise des caractéristiques de l'hourdis utilisés actuellement.

Mots-clés:

hourdis-Résistance mécanique - adjuvants en plastiques recyclé.

Abstract:

At the end of improving economic -chimiques physical characteristics of the slabs have been tried by this modest work that has as main objectives to define the technical tests involving

The recognition of physical factors was the end to appear to each other to give the best results .Either of strength or bending to know more hardness and permeability of the slab.

We prepared Adjuvants recycled plastic Ander form small size like 10x3mm² and 3x3mm².

Mixed with the mortar for the preparation of percentages is 5%, 10% and 15%).

To achieve such a purpose, the research examined the effects of recycled plastic at improving concrete as hollow blocks in terms of wet and dry compressive strength, total water absorption, total bulk, and porosity tests, Were among investigated the effective size of recycled plastic used to modify concrete properties. We prepared Additives of recycled plastic mixed with the concrete for the preparation of specimens is 10x10x10 cm³ and 4x4x16 cm³. The percentage of recycled plastic was between 5% and 15%.

The effect of each component of the mixtures on compressive strength, water absorption and apparent porosity of hollow blocks after 3, 14 and 28 days of conservation at 23 ± was 2°C.

The compressive strength decreased with increased recycled plastic, but for 5% of dosage was suffusion strength between 9.9 (Mpa) and 14.9(Mpa). Moreover, the small size of recycled plastic give better results compared to big size. Water absorption of hollow blocks at 28 days curing time was between 6% and 8% compared to traditional hollow blocks more than 30%.

Results of porosity show that, decreasing with curing time and size of recycled plastic. As a results the concrete hollow blocks with recycled plastic can be replaced traditional hollow blocks, lower absorption and porosity, Moreover clean the environmental form bottle of plastics. And taking also characteristics of the follow blocks. Used now.

Key Words. Concrete Hollow Blocks, Experimental investigations, Recycled plastic

ملخص:

لكي نحسن من المواصفات الكيميائية والفيزيائية والاقتصادية للسقفة قمنا بتجارب عبر هذا العمل العادي الذي له اهداف أساسية للتعريف بتقنيات هذه التجارب المتعلقة بالتعرف على العوامل الفيزيائية ومقارنتها مع بعضها البعض , من أجل الحصول على نتائج مثلى تخص المقاومة الميكانيكية للسقفة وكذا مقاومة الانحناء والتعرف اكثر على صلابة وعدم نفاذية هذه السقفة.

لقد قمنا بتحضير البلاستيك على شكل ستائر $10 \times 3 \text{mm}^2$ و $3 \times 3 \text{mm}^2$ كمادة مضافة ووضعنا الخليط من الملاط والبلاستيك مع استعماله بنسب مختلفة (5 % - 10 % و 15 %).

لبلوغ اي هدف. بين البحث المنجز تأثير البلاستيك على تحسن نوع الخرسانة لصنع السقفة بالنظر لمقاومة الضغط. امتصاص الماء. وفحص النفاذية. ودراسة الطول الحقيقي لعينة البلاستيك المستعمل لتغيير خصائص الخرسانة.

حضرنا المواد المضافة من البلاستيك مع خلطه لتحضير العينات $10 \times 10 \times 10 \text{cm}^3$ و $4 \times 4 \times 16 \text{cm}^3$ والبلاستيك المستعمل نسبته تنحصر بين 5 % و 15 %.

ان تأثير كل مكون على مقاومة الضغط وامتصاص الماء والنفاذية للسقفة بعد 3. 14.28 يوم مع الحفظ في 2 ± 23 درجة مئوية. فان مقاومة الضغط تنخفض بارتفاع البلاستيك لكن بالنسبة ل 5 % فهي كمية كافية اعطت ما بين 9.9 (MPa) و 14.9 (Mpa). كما ان الستائر الصغيرة اعطت نتائج جيدة مقارنة مع الستائر الكبيرة وانحصار امتصاص الماء بين 6 و 8 % نسبة لامتصاص السقفة التقليدية والذي يفوق امتصاصها 30 % . ونتائج النفاذية بينت مع مرور الزمن انه يخفض حجم ستائر البلاستيك بما ان تحسن نتائج خصائص السقفة مع مضافات البلاستيك تعوض السقفة التقليدية.

ان الامتصاص ضئيل وكذلك النفاذية لتنظيف شكل البيئة من قارورات البلاستيك واخذ التحسينات اللازمة التي طرأت على نوع السقفة المستعملة حاليا.

الكلمات المفتاحية

السقفة—الدراسات التجريبية—البلاستيك المسترجع.

CHAPITRE II : Revu Bibliographique

Figure II.1 Hourdis sur la dalle.

Figure II.2 : Hourdis en béton (produit local 2016).

FigureII.3 : Le rôle de l'hourdis sur le plancher (dalle de compression).

Figure II.4 : Hourdis polystyrène.

Figure II.5 : La facilité d'installation de l' hourdis polystyrène.

Figure II.6 :L'hourdis précontraint.

Figure II.7:Le placement de l'hourdis précontraint.

Figure II.8 : Hourdis en fibre de bois (très léger).

Figure II.9 : Hourdis plastique.

Figure II .10 : Les Bouteilles de plastique avant le recyclage.

Figure II.11 : Enfouissement de déchets.

Figure II.12 : Plan explique Les modes de traitement les déchets des matières plastiques.

Figure II.13 : Polyéthylène haute densité(PEHD).

Figure II.14 : Le PVC.

Figure II.13 : Des déchets recyclés (PET).

Chapitre III : Matériaux et méthodes expérimentales

Figure III .1 : Matériaux utilisés.

Figure III.2. Bouteilles de plastique à recycler.

Figure III .3. Découpage du plastique.

Figure III.4. Plastique préparé sous forme des mailles de $3 \times 3 \text{ mm}^2$ et $10 \times 3 \text{ mm}^2$.

Figure III.5:Béton de l'hourdis dans malaxeur.

Figure III.6: éprouvette sur table à choc.

Figure III.7 :Des moules préparés.

Figure III .8.Mesure de l'affaissement.

Figure III.9:Bac de conservation.

Figure III.10 :Des éprouvettes conservées à l'état humide.

Figure III .11: Presse de compression.

Figure III .12: éprouvette placée dans la diapositive de la flexion.

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Figure IV .01 : La Résistance à la compression de l'hourdis en fonction du dosage

En plastique recyclé de maille 10x3 mm². (Humide).

Figure IV .02 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 10x3 mm². (Immergé).

Figure IV .03 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 3x3 mm². (Humide).

Figure IV .04 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 3x3 mm². (Immergé).

Figure IV .05 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de mailles 3x3 mm² et 10x3mm². (Humide à 28 jours).

Figure IV .06 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de mailles 3x3 mm² et 10x3mm². (Immergé à 28 jours).

Figure IV .07: Résistance à la compression en fonction de la masse volumique de maille 3x3 mm² et sans maille. (Humide, immergé à 28 jours).

Figure IV .08 : Résistance à la compression en fonction de la masse volumique de maille 10x3 mm² et sans maille. (humide, immergé à 28 jours).

Figure IV.9 : La masse volumique du béton mortier en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 3x3 mm². (Humide).

Figure IV .10 : La résistance à la flexion en fonction du dosage en plastique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (3x3mm²).

Figure IV .11 : La résistance à la flexion en fonction de la masse volumique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (3x3mm²).

Figure IV .12: La Masse volumique en fonction du dosage en plastique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (10x3mm²).

Figure IV .13 : La résistance à la flexion en fonction du dosage en plastique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (10x3mm²).

Figure IV .14 : La Perte de masse de l'hourdis humide en fonction du dosage à (03 ; 14 et 28 jours) avec et sans dosage de maille (10x3mm²).

Figure IV .15 : la Perte de masse de l'hourdis humide en fonction du dosage à (03 ; 14 et 28 jours) avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

Figure IV .16 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de l'absorption.

Figure IV .17 : La Résistance a la compression en fonction de l'absorption.

Figure IV .18 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de l'absorption à 14 jours avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

Figure IV .19 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de l'absorption à 28 jours avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

Figure IV .20 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de la porosité à 14 jours avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

Figure IV .21: Porosité en fonction du dosage en plastique.

Chapitre III :Matériaux et méthodes expérimentale

Tableau III. 01 : Formulation de l'hourdis 1m³ sur chantier.

Tableau III .2 : évaluation la quantité des fibres plastiques (épreuve 10x10x10cm³).

Tableau III.3: évaluation des quantités de plastiques (épreuve 4x4x16cm³).

Tableau III.4 : évaluation des quantités de plastiques pour les deux éprouvettes en fonction de la quantité de ciment.

Tableau III.5: Formulation de l'éprouvette10x10x10cm³ avec sika.

Tableau III .6 : Formulation de l'éprouvette4x4x16cm³ avec sika.

Chapitre IV : Résultats et Interprétation

Tableau IV .1 : La masse volumique et la résistance compression Avec adjuvant de 5% (maille 10x3 mm²).

Tableau IV .2 : La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de10% (maille 10x3 mm²).

Tableau IV .3 :La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de15% (maille 10x3 mm²).

Tableau IV.04 : La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de 5% (maille 3x3 mm²).

Tableau IV .5 :La masse volumique la résistance de compression Avec adjuvant de10% (maille 3x3 mm²).

Tableau IV .6 :La masse volumique la résistance de compression Avec adjuvant de 15% (maille 3x3 mm²).

Tableau IV. 7 : La masse volumique et la résistance à la compression après (03-14-28 jours) un béton hourdis sans plastique.

Tableau IV .08: Masse volumique et la résistance à la flexion à07-14-28jours avec plastique 5% maille 3x3mm².

Liste des tableaux

Tableau IV.09 : Masse volumique et la résistance à la flexion à 07-14-28 jours avec plastique 10% maille 3x3mm².

Tableau IV.10: Masse volumique et la résistance à la flexion à 07-14-28 jours avec plastique 15% maille 3x3mm².

Tableau IV .11 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 5% maille 10x3mm².

Tableau IV .12 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 10% maille 10x3mm².

Tableau IV .13 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 15% maille 10x3mm².

Tableau IV .14 : Masse volumique et la résistance à flexion à 07-14-28 jours sans adjuvant.

Tableau IV .15 : Les pertes de masse des échantillons avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 10x3mm².

Tableau IV .16 : Les pertes de masse de trois pourcentages en plastique maille 10x3mm²

Tableau IV .17 : Les pertes de masse de trois pourcentages en plastique maille 3x3mm²

Tableau IV.18 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons avec 10% de plastique

Tableau IV.19 : La teneur en eau et la capacité d'absorption, des échantillons avec 10% de plastique.

Tableau IV.20 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons avec 5% de plastique.

Tableau IV.21 : La teneur en eau et l'absorption, immergés et secs des échantillons avec 5% de plastique.

Tableau IV.22 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons sans plastique.

Tableau IV.23 : Teneur en eau et capacité d'absorption des échantillons sans plastique.

Tableau IV.24 : Prouve la proportionnalité des facteurs de porosité et compacité du béton hourdis sans plastique.

Tableau IV.25 : Donnant la porosité et la compacité, des échantillons avec 10% de plastique

Tableau IV.26 : Donnant la porosité et la compacité, des échantillons avec 5% de plastique

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Annexes

CHAPITRE I : Introduction Générale

I.1.Introduction	01
I.2.Problématique	02
I.3. L'objet de travail	02
I.4.Structure de mémoire.....	02

CHAPITRE II : Revu Bibliographique

II.1.1.Introduction.....	04
II.1.2. Historique	04
II.1.3 .Définition de l'hourdis	04
II.1.4. Les avantage de l'hourdis	05
II.1.5.Les différents types de l'hourdis.....	05
II.1.5.1.Hourdis en béton.....	06
II.1.5.1.1.Les avantages de l'hourdis en béton	06
II.1.5.1.2/Les avantages de Pou trains et entrevous	07
II.1.5.1.3.Les avantages de Prédalles (plaques des bétons)	07
II.1.5.2.Hourdis polystyrène.....	08
II.1.5.2.1/Les avantages de l'hourdis polystyrène.....	08
II.1.5.3.Hourdis précontraint.....	09
II.1.5.3.1. Les avantages de l'hourdis précontraint	10
II.1.5.3.2 .Le placement de L' hourdis précontraint	10
II.1.5.4.Hourdis fibre de bois.....	11
II.1.5.4.1.Les avantages de l'hourdis en fibre de bois	11

II.1.5.5.Hourdis plastique	12
II.2.1.Introduction.....	13
II.2.2.Historique	13
II.2.3.Définition de recyclage	14
II.2.4.La composition de plastique.....	14
II.2.5. Les modes de traitement des déchets des matières.....	15
II.2.5.1. Enfouissement contrôlé.....	15
II.2.5.2. Incinération sans récupération d'énergie.....	15
II.2.5.3.Incinération avec récupération d'énergie ou valorisation énergétique.....	15
II.2.5.4. Recyclage mécanique ou valorisation matière.....	16
II.2.5.5.Recyclage chimique ou valorisation en matières premières pour la chimie.....	16
II.2.6.Les avantages de recyclage le plastique	17
II.2.6.1/ Protection de l'environnement.....	17
II.2.6.2. Préservation des ressources	18
II.2.6.3. Soutenir l'économie locale	18
II.2.7. Les différents types de plastiques.....	18
II.2.7.1.Définition de polyéthylène téréphtalate(PET).....	19
II.2.8.Conclusion.....	20

Chapitre III : Matériaux et méthodes expérimentales

III .1 .Introduction.....	21
III .2 .Constituants de béton hourdis	21
III.2.1. Le sable	21
III.2.1.1. Classification du sable	21
III.2.1.2. Rôle de sable dans le béton	21
III.2.2. Le ciment	22
III.2 .3. L'eau de gâchage	22
III.2.4 .Les granulats	22
III .2 .4.1. Généralités.....	22
III .3. Formulation de béton hourdis	23
III. 3. 1. Matériaux utilisés	23

III.3.2 .Détermination les dosages des constituants pour 1 m³ de béton hourdis.....	24
III.3.2 .1.préparation des fibres plastiques.....	25
III.3.2 .1.2 .Evaluation des quantités des fibres de plastiques.....	27
III.3.3.évaluation finale des matériaux	28
III.3. 4.Mode opératoire	29
III.3. 5. Béton de l'hourdis à l'état frais	31
III.3.5. 1. Affaissement au cône d'Abrams : SLUMP test EN 12350-2.....	31
III.3. 5. 2. Vibration.....	32
III.3.6. Béton hourdis à l'état durci	32
III.3.6.1. Durcissement du béton	33
III.3.6.2. Mode de conservation de béton.....	34
III.4. Les principaux essais	34
III.4. 1. Résistance à la compression : EN 12390-3.....	34
III.4.2.Résistance à la flexion :(EN 12390-5).....	36
III.4.3 .Degré d'absorption d'eau : EN 1097-6.....	38
III.4.4. La porosité : EN 1097-6	38
III.3.4.8. L'indice des vides : EN 1097-6.....	39
III.4.Conclusion	39

Chapitre IV : Résultats et interprétations

IV.1.Introduction.....	40
IV.2.résultats des essais.....	40
IV.2.1. Résistance mécanique du béton hourdis.....	40
IV.2.1. 1.Résistance à la compression (écrasement)	40
IV.2.1.2. Résistance à la flexion	48
IV.2.2.3. Pertes de masses du béton hourdis	55
IV .2.2. L'absorption de l' hourdis en béton	57
IV.2.2.1. La capacité d'absorption d'eau massique.....	58
IV.2.2.2.Porosité et compacité du béton hourdis	62
IV.3. Conclusion	65

Chapitre V : Conclusion générale et Recommandations

V.1. Conclusion générale66
V.2. Recommandations67

Chapitre

1

Introduction générale

Chapitre I. Introduction générale

I.1.Introduction

Les matériaux sont très répandus dans le domaine de la construction au monde qui a une relation syndrome à l'individu, l'environnement, Le développement durable Ceci entraîne la belle vie pour l'être humain et surtout dans ses domaines économique et social notamment ceux de la construction d'une façon générale.

La qualité de vie de l'homme laisse une utilisation diverse de toute commodité et ça crée une partie de quelques matières après, leur utilisation qui vont inévitablement être rejetées par l'homme ce qui provoque une influence négative sur le domaine environnemental, notamment le plastique. Actuellement, la valorisation du dit déchet plastique passe directement et sans hésitation au recyclage. Dans notre pays, le citoyen et surtout après l'indépendance, approche rapidement et avec désire à favoriser la nouvelle construction qui est formée en béton (poteaux-poutres- dalles). Pour la réalisation de la dalle de n'importe quelle construction.

Il nous faut indiscutablement des matériaux. Ciment-sable-gravier –eau de gâchage et aussi l'hourdis désigné également par le terme entrevous qui est l'élément de remplissage associé à des poutrelles en béton qui représente le corps creux du plancher béton. Il y a des chantiers spéciaux pour préparer l'hourdis Qui est composé facilement du sable 0/3–grains 3/8 ciment –eau. C'est l'hourdis traditionnel qui son usage est très répandu, sa préparation nécessite aussi une spécialisation (moule spécial-cure).

Pour former une unité à utiliser au cours de la réalisation de la dalle qui chapote, il ya plusieurs types de hourdis : hourdis en béton, hourdis polystyrène, hourdis en béton précontraints, etc...

Il y a des additions pour ce matériaux surtout, Le plastique recyclé qui s'inscrit aussi comme un adjuvant avec les composantes essentielles citées au-dessus.

I.2.Problématique :

Les véritables problématiques qui se sont posées en ce qui concerne l'utilisation des différents matériaux de construction, notamment pour ce qu'on appelle l'hourdis c'est de réduire les facteurs techniques de la composition de ce dernier notamment en plus des problèmes suivants :

- 1) Le poids de l'hourdis est lourds, ce problème crée des inconvénients sur la construction, Lorsque le poids de l'hourdis lourd la section des armatures est grande (beaucoup de ferrailage), en même temps la quantité du béton élevée, quand les séismes parviennent les Dommages sont grands, parce que le poids de la dalle est grand.
- 2) L'hourdis en béton le plus utilisé en Algérie, il absorbe une grande quantité d'eau qui dépasse 30%.
- 3) Le cout de l'hourdis est plus chère, surtout l'hourdis en polystyrène.
- 4) Les déchets plastiques négatifs pour l'environnement et conduire à la pollution.

I.3.L'objet de travail :

Nos buts ciblés sont, le recyclage de plastique de par sa réutilisation Pour mieux améliorer les performances mécaniques de l'hourdis d'une part.

- 1) Les fibres de plastique diminuent la forme de l'hourdis, son volume et par conséquent son poids et cout, d'autre part.
- 2) Diminuer la capacité d'absorption.
- 3) Préserver l'environnement par la réutilisation des déchets de plastiques.

I.4.Structure de mémoire :

Le travail que nous avons préparé Contient :

- Le chapitre **I** (Introduction générale) qui comprend Introduction, Problématiques, But de travail et contenu de mémoire.
- Chapitre **II** (Revus Bibliographique)qui comprend l'ourdis (définition, les avantages, les différents types), et le plastique recyclé (définition, les composant de plastique, les modes de traitement.....).
- Chapitre **III** (Matériaux et méthodes expérimentales) qui comprend les matériaux utilisées (grains3/8, sable0/3, ciment (CPI-CEM II/A 42, 5), eau, sika, plastique

recyclé) et les méthodes d'essais (l'essai de compression, l'essai de flexion, l'essai de l'absorption).

- Chapitre **VI** qui présente les expositions des différents résultats obtenus et interprétation de chaque essai.
- Finalement chapitre **V** qui contient conclusion Générale et Recommandations.

Chapitre

2

Revue Bibliographique

CHAPITRE II : Revue bibliographique

II.1. L'hourdis :

II.1.1. Introduction :

L'usage de ce qu'on appelle l'hourdis pour les planchers à corps creux, est le principe de créer une structure horizontale qui recevra le ferrailage et le béton coulé.

Cette structure horizontale peut être réalisée suivant une technique appelée poutre. Le terme hourdi est entré dans les mœurs comme désignant un élément préfabriqué de plancher, mais autrefois, c'était un terme assez vague, à la signification proche du terme « maçonnerie sommaire ».

II.1.2 : Historique :

Ainsi au début XIX^e siècle, on appelle *hourdis* ou hourdage, « la maçonnerie qui se fait avec plâtras, plâtres, mortiers de remplissage entre poteaux formant des pans de cloisons, ou poutres de sols ainsi que celle qui se fait avec des petits garnis ou avec du plâtre pur entre les ais ou tringles des cloisons à claire-voie ». On distingue, « plancher creux », plancher qui n'est pas rempli entre les solives et « plancher hourdé », celui dont les entre-deux des solives sont remplis de plâtras et plâtre affleurant les bois en dessus et dessous. Le plancher « enfoncé » ou « à entrevous » désigne un plancher qui est « latte jointif ou couvert de bardeau avec aire en plâtre ou en bauge au-dessus, et dont les bois sont apparents au dessous ».

La structure horizontale peut être réalisée suivant une technique appelée poutrelle hourdi [1].

II.1.3. Définition de l'hourdis :

Le Corps creux de remplissage (également appelé "entrevous"), en béton, terre cuite ou polystyrène, posé entre les poutrelles d'un plancher. Les hourdis en béton servent généralement de coffrage à une dalle de compression solidaire des poutrelles ; dans d'autres cas, ils intègrent la dalle de compression et ses porteurs. Les hourdis en polystyrène, spécialement adaptés aux planchers sur vide sanitaire et hauts de cave, assurent une isolation thermique performante.

L'hourdis (entrevous) est un élément de remplissage qui permet de constituer un plancherbéton en association avec des poutrelles béton.il est aussi sous forme des moules préfabriqués de déférentes épaisseurs sans armature qui s'installent entre les poutrelles béton commeil est corps creux du plancher [1].



FigureII.1 : Hourdis sur la dalle[1]

II.1.4 :Les avantages de l'hourdis :

- Allégement de la construction
- Suppression de coffrage.
- Rapidité de la mise en œuvre.
- Economie de matière.
- Bonne isolation thermique et Acoustique.
- Absence de fissuration.
- Economie de béton et armatures.
- Sécurité et confort de pose.

II.1.5 : Les différents types de l'hourdis :

Il y a beaucoup de types des hourdis, mais le type le plus utilisé en Algérie est l'hourdis en béton,En plus le type d'hourdis on polystyrènequi a commencé à être utilisé dans le domaine de la construction en Algérie.

II.1.5.1 : Hourdis en béton :

Les hourdis en béton sont les plus demandés dans la construction résidentielle. Il existe trois types d'éléments de plancher : les hourdis en béton, les poutres et entrevous et les prédalles (plaques on béton). Les hourdis en béton sont les plus répandus dans la construction résidentielle, parce qu'ils permettent une finition rapide et leur prix est intéressant. Les prédalles sont également rapidement placées, mais leurs atouts principaux sont de bonnes prestations acoustiques, une surface lisse et la possibilité de les préformer en usine. Le système de poutres et entrevous est fort apprécié pour les projets de rénovation. En guise d'alternative aux hourdis en béton préfabriqués, on a souvent recours dans le cadre de travaux de rénovation au système de poutres et entrevous précontraints qui sont plus légers et plus maniables.[1]



Figure II.2 :Hourdis on béton (produit local 2016)

II.1.5.1.1. Les avantages de l'hourdis en béton :

- Les plus demandés dans la construction résidentielle en raison de leur prix intéressant et de la méthode de finition rapide.
- Choix entre face lisse ou rugueuse, important pour la finition ultérieure.
- Distinction béton armé et béton précontraint.
- Les hourdis précontraints sont plus chers, mais peuvent supporter des charges plus lourdes et existent dans des longueurs plus importantes.
- Existents aussi avec une couche isolante sur la face intérieure. [1]

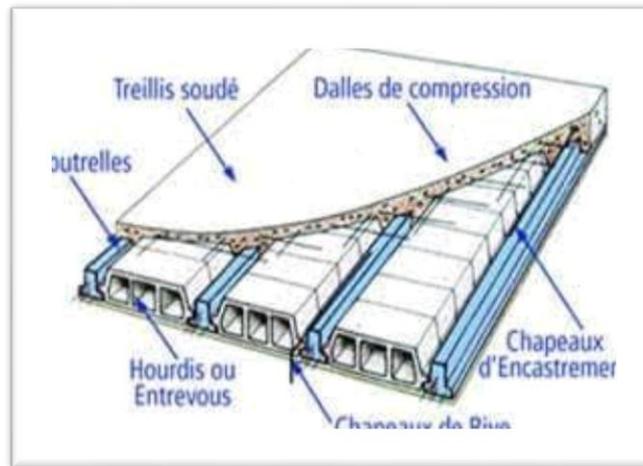


Figure II.3 : Le rôle de l'hourdis sur le plancher (dalle de compression) [1]

II.1.5.1.2. Les avantages de Poutrelles et entrevous :

- En guise d'alternative aux hourdis en béton préfabriqués, on a souvent recours dans le cadre de travaux de rénovation au système de poutrelles et entrevous précontraints qui sont plus légers et plus maniables.
- Plus légers et plus faciles à manipuler.
- Les poutrelles utilisées sont uniquement autoportantes, mais en plaçant une couche de béton préparé en usine, la dalle est dotée d'une couche de compression qui confère une fonction portante à l'ensemble.
- Les poutrelles et entrevous remplissent donc en principe une fonction de coffrage perdu.
- Les entrevous existent en différents matériaux : béton, terre cuite, etc..... [1]

II.1.5.1.3 .Les avantages de Prédalles (plaques des bétons) :

- Plaques de béton, plus larges et plus légères que les hourdis en béton.
- Elles forment une sorte de coffrage qui doit encore être rempli de béton.
- Avantage : les conduites peuvent être posées sur les plaques avant le coulage du béton.
- Leurs atouts principaux sont de bonnes prestations acoustiques, une surface lisse et la possibilité de les préformer en usine. [1]

II.1.5.2 : Hourdis polystyrène :

Les planchers à isolation discontinue du type : entrevous polystyrène sans languette (qui ne recouvre pas par le dessous les poutres) ne permettent pas d'atteindre les niveaux d'isolation requis en maison individuelle dans les cadres de la réglementation thermique. Ils doivent être dans ce cas associés à une isolation complémentaire (polystyrène extrudé, etc. ...) sous dalle flottante.[2].



Figure II.4 :Hourdis polystyrène [2].

- ✓ Avec un poids unitaire < 2 kg, les hourdis polystyrène moulées sont ultra rapides à poser et ne nécessitent aucun effort important, ce qui permet à une équipe de trois personnes de poser plus de 200 m² de plancher.

II.1.5.2.1 : Les avantages de l'hourdis polystyrène :

- Adaptés essentiellement pour un plancher sur vide sanitaire
- l'hourdis polystyrène donne une meilleure isolation dans la construction
- l'hourdis est le plus moins lourd (très léger).
- la facilité de le mettre sur la construction.
- mise en œuvre rapide



Figure II.5 : La facilité d'installation del'hourdis polystyrène [2].

II.1.5.3 : Hourdis précontraint :

Dans le cas des éléments de plancher en béton précontraint, l'armature est mise sous tension pendant le processus de production, de sorte que les éléments sont en mesure d'absorber des surtensions et des charges encore plus importantes que les éléments armés.[3].



Figure II.6 :L'hourdis précontraint [3]

✓ **Note1 :**

Les hourdis précontraints sont intéressants à partir de portée de 6,5 mètres ou lorsque la hauteur est limitée.

II.1.5.3.1 : Les avantages de l'hourdis précontraint :

- Même principe que pour les hourdis armés, mais une partie de l'armature est tendue avant que le béton ne soit versé.
- Très forts, même les hourdis plus fins présentent des portées plus importantes.
- Les hourdis précontraints ont entre 15 et 18 cm d'épaisseur, pour des portées respectives de 7 et 8 mètres. Ce sont ceux que l'on retrouve le plus dans la construction résidentielle.
- Les largeurs standards sont de 60 et 120 cm.
- Produits en longues bandes avant d'être découpés aux bonnes dimensions.
- Intéressant à partir de portée de 6,5 mètres ou lorsque la hauteur est limitée Moins d'intervenants, moins de main d'œuvre..Facilité de gestion du chantier[3].

II.1.5.3.2. Le placement de l'hourdis précontraint :

Les hourdis en béton sont directement placés, à l'aide d'une grue, sur la structure portante de la maison. Ensuite, une couche de béton, une chape d'environ 5 cm est coulée. L'entrepreneur peut alors commencer les travaux de maçonnerie dès le lendemain.

La chape de compression n'est pas obligatoire, mais les fabricants la conseillent toujours pour éviter les fissures dans les plafonds en plâtre. Si vous optez pour un faux plafond, c'est esthétiquement moins important[3].



Figure II.7: Le placement de l'hourdis précontraint [3].

II.1.5.4 .Hourdis fibre de bois :

- Hourdis en fibre de bois ils sont également légers et économiques. Ils se stockent facilement et sont faciles à mettre en œuvre. Intéressants dès l'instant où le bois est bien issu de forêts durablement géré.
- L'hourdis en fibre de bois prévoit une dalle flottante en haut du vide sanitaire, ou haut de sous-sol car il n'est pas isolant, pose de faux plafond possible.[4]

II.1.5.4.1.Les avantages de l'hourdis en fibre de bois :

L'hourdis en fibre de bois offre de nombreux avantages :

- Légèreté.
- Rapidité dans la pose.
- Passage des gaines et de l'isolation.
- Facilité de stockage et de transport.



Figure II.8 : Hourdis en fibre de bois (très léger)[4].

II.1.5.5 .Hourdis plastique :

Le système Hourdis en plastique est ainsi caractérisé dans sa globalité par sa légèreté et sa grande facilité de mise en œuvre. Pour un sous-sol bas de plafond (garage, sous-terrasse..), la partie cintrée de l'hourdis permet de gagner quelques centimètres entre les poutres... [4].



Figure II.9 : Hourdis plastique [4].

L'hourdis plastique : prévoir une dalle flottante en haut de vide sanitaire, ou haut de sous-sol car il n'est pas isolant.

II.2. Le plastique recyclé :

II.2.1. Introduction :

Les déchets de plastiques provoquent des dommages financiers à hauteur de 13 milliards de dollars au niveau des écosystèmes marins alors que l'inquiétude augmente concernant les micro-plastiques.

Le plastique est apparu comme symbole de modernité dont l'expansion de son usage a permis l'épanouissement de la culture du jetable, la principale matière première du plastique est le pétrole brut. Cette ressource naturelle est limitée et onéreuse. On estime qu'environ 4 % de la production mondiale du pétrole brut est transformée en matière plastique.

Les plastiques sont omniprésents dans notre vie et sont des matières extrêmement pratiques et agréables. Les industries, surtout celles de haute technologie comme l'aérospatiale, la médecine, l'informatique et les télécommunications, dépendent de la mise au point de nouvelles matières plastiques.

Au-delà des atouts majeurs de ces matières (sans danger, hygiéniques, résistantes, durables, légères, isolantes, adaptables), les déchets plastiques sont volumineux par rapport à leur poids léger. Ils prennent donc beaucoup de volume dans les points de collecte et dans les centres d'enfouissement technique. Leur dissémination dans la nature est durable et inesthétique. De plus, les bouteilles éliminées aux centres d'enfouissement technique subissent à long terme une dégradation qui génère d'autres nuisances.

Leur élimination illégale est génératrice de rejets incontrôlés et éventuellement nocifs. Si la réutilisation des matières plastiques est très peu développée actuellement, d'autres techniques de traitement des déchets sont développées [5].

II.2.2 .Historique :

Le premier plastique créé, en 1873, le « celluloid » avait un objectif écologique, dans le sens où il se substituait à l'ivoire et limitait ainsi la chasse aux éléphants. La rareté de la nacre devenue très coûteuse a incité les artisans de la région d'Oyonnax, en France, de la remplacer dans la plasturgie. C'est l'origine de la spécialisation dans la plasturgie, dans ce qu'on a appelé depuis la Plastic Volley. A partir de cette époque, de nouveaux matériaux polymères ont été créés : le PVC, les polypropylènes (PP), les polyéthylènes (PE), etc. il

s'agit bien des matières nouvelles en les comparant aux matériaux traditionnels (le bois, le verre, ...). [6].

II.2.3. Définition de recyclage

Le recyclage : est un procédé de traitement des métaux, plastiques, déchets (déchet industriel ou ordures ménagères) qui permet de réintroduire, dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui composaient un produit similaire arrivé en fin de vie, ou des résidus de fabrication. L'un des exemples qui illustre ce procédé est celui de la fabrication

Des bouteilles neuves avec le verre de bouteilles usagées, même s'il est considérablement moins efficace énergétiquement que le système des récipients de verre consignés (lait, eau minérale, vinaigre, huile, pots de yaourts ...)



*Figure II .10 : Les Bouteilles de plastique avant le recyclage [7]***II.2.4. La composition de plastique :**

Les matières plastiques se composent de différents éléments principalement :

- le carbone (C);
- l'hydrogène (H);
- l'oxygène (O);
- l'azote (N);
- le chlore (Cl);
- le soufre (S). [8]

II.2.5. Les modes de traitement des déchets de matières plastiques :

Procédés actuellement utilisés :

II.2.5.1. Enfouissement contrôlé :

Une forte part des ordures ménagères - et les plastiques qu'elles contiennent - sont encore éliminés par ce moyen qui est la forme la plus aisée de se débarrasser de ces résidus. Il a cependant, l'inconvénient d'être ni esthétique, ni valorisant. On peut même parler d'un véritable gâchis en ce qui concerne les plastiques puisqu'une tonne de ces matériaux est énergétiquement équivalente à deux tonnes de pétrole [9,10].



Figure II.11 : Enfouissement de déchets [9].

II.2.5.2. Incinération sans récupération d'énergie :

C'est encore, pour le moment, la façon la plus efficace et la plus rapide pour faire disparaître les résidus urbains sans cesse croissants. Elle demeure, de plus, intéressante pour les petites collectivités [9,10].

II.2.5.3. Incinération avec récupération d'énergie ou valorisation énergétique :

Les plastiques constituent une source de chaleur considérable qui enrichit celle des ordures ménagères. En effet, alors qu'ils n'en représentent que 4 à 5 %, ils constituent de 15 à 20 % de l'énergie contenue valorisant ainsi la récupération de la chaleur produite qui peut être utilisée directement pour le chauffage ou sous forme d'énergie électrique cette solution n'est cependant pas parfaite car :

- Des matériaux coûteux partent en fumée.
- Elle peut induire une pollution par les gaz de combustion rejetés dans l'atmosphère
- La récupération de la chaleur restera toutefois
Une alternative intéressante tant que l'on ne sait pas séparer les produits [9 ,11].

II.2.5.4. Recyclage mécanique ou valorisation matière :

Le recyclage mécanique des plastiques consiste en une réduction dimensionnelle des produits suivis d'une refusion directe et d'un remoulage comme nouvelle matière, éventuellement après addition de produit vierge et / ou additifs permettant de restaurer (enpartie) les propriétés initiales. Le produit ainsi obtenu est qualifié de régénérer. . L'inconvénient de cette méthode est que toute contamination ou tout mélange peut diminuer la chance de recycler le déchet d'une manière valorisante. [9, 11,12]

II.2.5.5. Recyclage chimique ou valorisation en matières premières pour la chimie :

Le recyclage des matières pour la chimie vise à décomposer les molécules constituantes des résines en matières premières utilisables à nouveau dans les raffineries, la pétrochimie et la chimie. Un certain nombre de techniques sont actuellement à

- Pyrolyse : décomposition des molécules par chauffage sous vide ; ce procédé conduit à des hydrocarbures liquides ou gazeux utilisables ultérieurement dans les raffineries.
- Hydrogénation : traitement par l'hydrogène et la chaleur des polymères qui sont craqués en huiles hydrocarbonées utilisables dans les raffineries et les usines de produits chimiques.
- Gazéification : les plastiques sont chauffés en présence d'air ou d'oxygène ; le gaz de synthèse résultant est constitué de monoxyde de carbone et d'hydrogène qui peut être utilisé dans la production de méthanol ou d'ammoniac ou encore comme agent réducteur dans la production d'acier.
- Décomposition chimique proprement dite : certains polymères peuvent être décomposés pour obtenir les monomères ou les produits de base correspondants, réutilisables pour une nouvelle polymérisation.
- Toutefois tous ces procédés n'ont pas encore prouvé leur rentabilité économique [11.13].

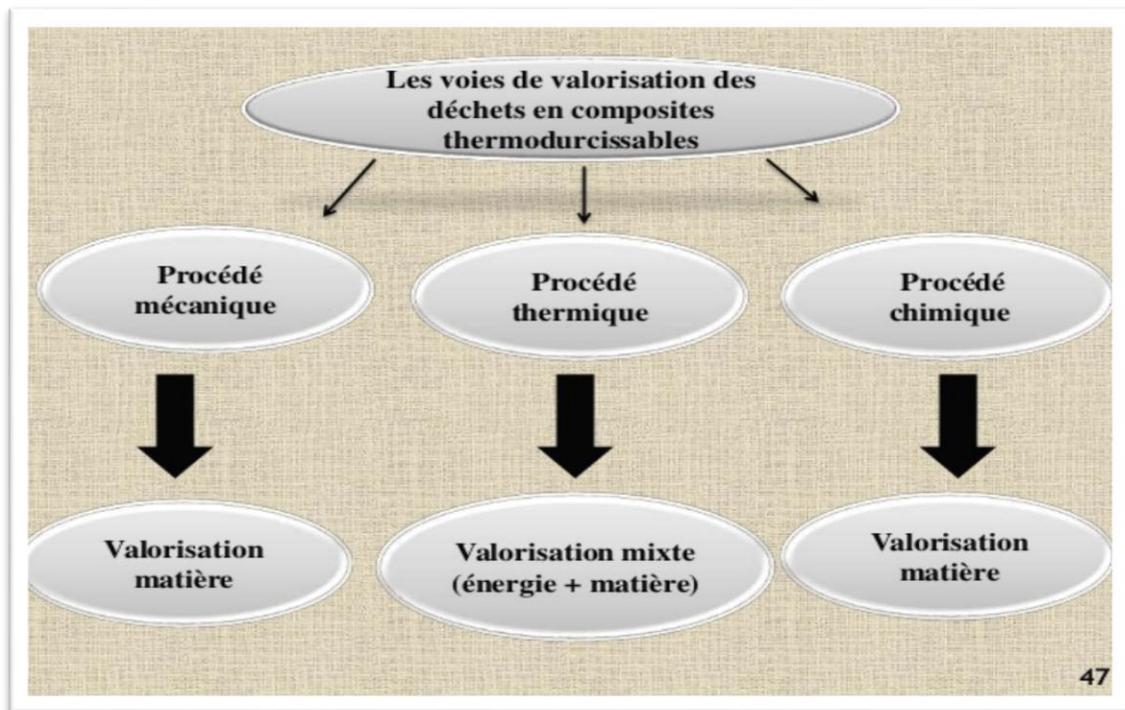


Figure II.12 : Plan explicatif des modes de traitement des déchets des matières plastiques [9]

II.2.6 .Les avantages de recyclage du plastique :

Le recyclage du plastique crée beaucoup des avantages les plus importants Sont :

II.2.6.1. Protection de l'environnement :

- L'emploi des plastiques a conduit à l'allégement des emballages en vue d'économiser le prélèvement et la consommation des matières premières, ce qui entraîne une baisse de prix et donc le développement de l'emploi de ces matières.
- Dans le transport, l'allégement du poids de véhicules permet la réduction de la consommation du carburant et son coût à la pollution entraînée qui sont plus au moins liés au poids de véhicules (un véhicule comporte aujourd'hui 125Kg de plastiques contre 75Kg il y a 25 ans et 15Kg dans les années 60).
- et en plein croissance (seringues, tubes, tuyaux, prothèses, habillage de stimulateurs cardiaque, etc.). La diffusion de produits plastiques dans le domaine agricole (films, serres, ...) a Le nombre d'applications de plastiques dans le secteur médicale et paramédicale est très significatif permis la réduction de la consommation des ressources

naturelles et l'augmentation des récoltes dans les conditions exigées. Et Les exemples de ce type sont nombreux.

- Sans être exhaustif, ces exemples nous rappellent la place qu'occupe les plastiques dans un très grand nombre d'applications dans divers domaines permettant la protection de la nature, de la santé et en économisant les ressources naturelles, notamment les ressources non renouvelables, et la réalisation de la croissance économique. Ainsi, à ce stade, il semble que les matières plastiques peuvent répondre aux exigences du développement durable et son emploi s'avère incontournable. [14]

II.2.6.2. Préservation des ressources :

Le recyclage permet de briser la chaîne immuable des ressources transformées en produits qui, en fin de vie, deviennent des déchets qu'il faut éliminer. Une boucle vertueuse est ainsi créée par l'utilisation de matière première issue de déchets à la place de matière première naturelle. Par exemple, une tonne de plastique permet d'économiser 800 kilos de pétrole brut. A une époque où la pénurie des ressources pétrolifères se dessine à moyen terme, une telle économie prend toute son importance. [15]

II.2.6.3. Soutenir l'économie locale :

Le recyclage favorise l'économie locale et contribue par conséquent à la création d'emplois. Actuellement, par exemple 15 entreprises employant plus de 300 personnes sont actives dans le domaine de la gestion des déchets, ces avantages contribue bien Dans l'économie nationale des pays.. [15]

II.2.7. Les différents types de plastiques :

Il existe trois types de plastique servant, avant et après recyclage, à la fabrication d'objets divers :

- Le PVC (polychlorure de vinyle), composant le plus connu du grand public, principalement consacré au conditionnement des eaux, boissons rafraîchissantes, vin et vinaigre. Cette matière est remplacée par le PET.
- Le PEHD (polyéthylène haute densité) utilisé pour fabriquer les bouteilles et flacons contenant lait, lessives pour lave-linge ou lave-vaisselle, adoucissants, assouplissants, détergents...

- Le PET (polyéthylène téréphtalate) servant à la fabrication des bouteilles d'eau, boissons gazeuses ou plates, vin, cidre, huile... [16]



Figure II.13 : Polyéthylène haute densité (PEHD) [16] *Figure II.14 : Le PVC [16]*

II.2.7.1. Définition de polyéthylène téréphtalate (PET) :

- Polymère de synthèse produit par polycondensation de l'éthylène glycol avec l'acide téréphtalique. Cette matière plastique est principalement utilisée pour la fabrication de bouteilles, flacons, pots, films et feuilles, fibres, ... De la famille des thermoplastiques, il est recyclable. [16]



Figure II.13 : Des déchets recyclés (PET) [7]

Note :

Dans la recherche, et pour développer ce genre, nous avons utilisé ce type de plastique (PET).

Note:

Chaque type de plastique est broyé, lavé, essoré et séché puis granulé pour devenir une nouvelle matière.

II.2.8. Conclusion :

- considérons l'hourdis parmi les matériaux les plus importants de construction quels sont utilisés sur une grande échelle, et dans divers domaines de la construction, donc il est apparu sous de nombreux types : hourdis en béton, hourdis polystyrène, hourdis précontraint. etc....)
- Malgré la diversité et le développement de l'hourdis, toujours il y a encore des études et recherches de nouveaux types de bons avantages et de haute qualité et Par conséquent l'amélioration des caractéristiques des hourdis.
- Le plastique a des inconvénients, il est nocif pour l'environnement et qu'il tue de nombreuses espèces protégées, il est tout de même indispensable car on le trouve partout autour de nous. Comme il est efficace pour la médecine, et il a de nombreux atouts. Cependant, l'un de ses principaux inconvénients est qu'il n'est pas renouvelable car il est formé à base de pétrole qui influe négativement sur les caractéristiques originales de plastique, ainsi bien que le recyclage ne peut pas faire revenir le plastique à son état d'origine.

Chapitre

3

Matériels et méthodes
expérimentales

Chapitre III. Matériaux et méthodes expérimentales

III .1 .Introduction :

Pour une amélioration des caractéristiques de l'hourdis il nous faut une bonne résistance mécanique de celui-ci car on effectue des essais pour connaître ses dernières donc on commence à préparer les échantillons pour savoir la résistance à la compression, flexion absorption de l'eau et porosité.

III .2 .Constituants de béton hourdis :

III.2.1. Le sable :

On appelle sable, les matériaux de petites dimension issues de désagrégation des roches le sable est l'élément qui assure au béton au mortier, selon ses qualités, une influence prépondérante : il participe à la résistance, il donne la cohésion du mélange. Il provient des roches, ils sont chimiquement inertes.

III.2.1.1. Classification de sable :

❖ suivant leurs provenances :

➤ Sables de carrière :

Il doit être lavé avant usage pour éliminer les matières terreuses. Il contient souvent de l'argile qui enrobe les grains de sable qui l'empêchent d'adhérer aux liants. Le sable quartzeux exemple de matières terreuses ou argileuses est excellent pour la confection du béton et mortier.

❖ suivant leurs grosseurs :

- sable fin 0.08 à 0.315 mm
- sable moyen 0.315 à 2.00 mm
- sable gros 2.00 à 5.00 mm

III.2.1.2. Rôle de sable dans le béton :

La qualité du sable influe considérablement sur la qualité des bétons, le sable joue un rôle important dans la formation de la structure du béton avec le ciment et l'eau, il remplit tous les vides entre les grains du gravier dans le béton.

III.2.2. Le ciment :

Le ciment est un «liant hydraulique». Par «liant», il est sous-entendu une matière susceptible d'en agglomérer d'autres. Le qualificatif « hydraulique » précise, d'une part, que ce liant durcit par gâchage à l'eau, sans addition d'un autre corps réactif et, d'autre part, qu'il durcit, non seulement dans l'air, mais également dans l'eau. Notons au passage qu'un liant « pouzzolanique » a besoin d'une activation pour acquérir ce caractère d'hydraulicité. La substance qui va jouer le rôle d'activant est le plus souvent de la chaux (chaux ajoutée ou libérée par la réaction de prise d'un liant hydraulique). Mélangé à certains sols ou granulats, et en présence d'eau, le ciment crée progressivement une cohésion croissante au sein du mélange qui se traduit par l'obtention de matériaux rigides et durs à performances mécaniques élevées, compatibles avec les exigences souhaitées d'un matériau de construction[17].

III.2 .3. L'eau de gâchage :

Ce matériau essentiel est amélioré au laboratoire à partir du robinet ce qui nous indique que c'est une eau potable.

III.2.4.Les granulats :

Le terme agrégat, utilisé pour désigner les granulats, est donc impropre. En effet, un assemblage hétérogène des substances ou éléments qui adhèrent solidement entre eux (le mortier ou le béton par exemple).

Le terme granulat, au singulier, désigne un ensemble de grains d'un même type, quel que soit le critère de classification utilisé. Le terme granulat, au pluriel, sera utilisé pour désigner un mélange de grains de divers types, caractéristiques propres à chaque usage. Les granulats constituent le squelette du béton et ils représentent, dans les cas usuels, environ 80% du poids total du béton.

III .2 .4.1.Généralités :

Les quatre opérations nécessaires à la production des granulats sont :

- ✓ l'extraction de la matière première.
- ✓ le concassage.
- ✓ le criblage.
- ✓ le stockage avant expédition.

III .3. Formulation de béton hourdis :

III. 3. 1. Matériaux utilisés :

Les matériaux utilisés pour faire la formulation des essais sont:

- grains3/8
- sable0/3
- ciment (classe 42 .5).
- eaude gâchage
- sika
- plastique recyclé

✓ **NOTE :**

Pour les matériaux utilisés on a pris en considération ces derniers qui sont souvent utilisés pour la fabrication de l'hourdis ordinaire.

- ✓ 1 Litre d'eau=1kg.
- ✓ La température dans le laboratoire est dans l'ordre de 20 ± 2 °C



Figure III.1 :Matériaux utilisés

III.3.2 .Détermination des dosages des constituants pour 1m³ de béton hourdis :

En ce qui concerne cette formulation, pour le cas de l'hourdis et d'après les essais qui ont été fait sur les chantiers actuels on a pris les quantités mentionnées dans le tableau suivant:

Tableau III. 01 : Formulation de l'hourdis 1m³ sur chantier.

matériau	Dosage (kg/m ³)
Grain 3/8	1100
Sable 0/3	680
Ciment mâtine	350
eau	150

❖ évaluation du sika :

Pour cet adjuvant on ajoute 2% du sika en quantité du ciment:

- ✓ Dosage en ciment : 350g → le dosage en sika(2%) est $0.02 \times 350 = 7\text{g}$.
- ✓ Teneur en sika: s/c = 2%
- ✓ Majoration du sika: $5\% \times 7\text{g} = 0.35\text{g}$ alors la quantité finale vaut: $0.35 + 7 = 7.35\text{g}$

III.3.2 .1.préparation des fibres plastiques :

À l'exception d'utiliser le béton ordinaire pour l'hourdis on a intérêt à ajouter dans nos essais du plastique recyclé pour parvenir à des résultats plus performants quant à la résistance du béton mortier comme il est impératif de mieux comprendre l'effet d'utiliser de différentes qualités d'adjuvants recyclés et agrégats sur les propriétés du béton mortier à base de plastique recyclé par contre certaines données par de nombreuses études faites ont montré que le béton mortier est perméable . ce qu'on les voit peut-être dans nos essais et par conséquent les attaques chimiques agissent rapidement d'une façon négative et créent une détérioration. Et en fin on fait l'évaluation des quantités de plastique pour la formulation.



Figure III.2. Bouteilles de plastique à recycler

Après avoir préparé le plastique qui provient des bouteilles jetables de toutes les formes on commence à les découper en petites mailles à l'aide des ciseaux. Sous forme des mailles de $10 \times 3\text{ mm}^2$ et $3 \times 3\text{ mm}^2$.

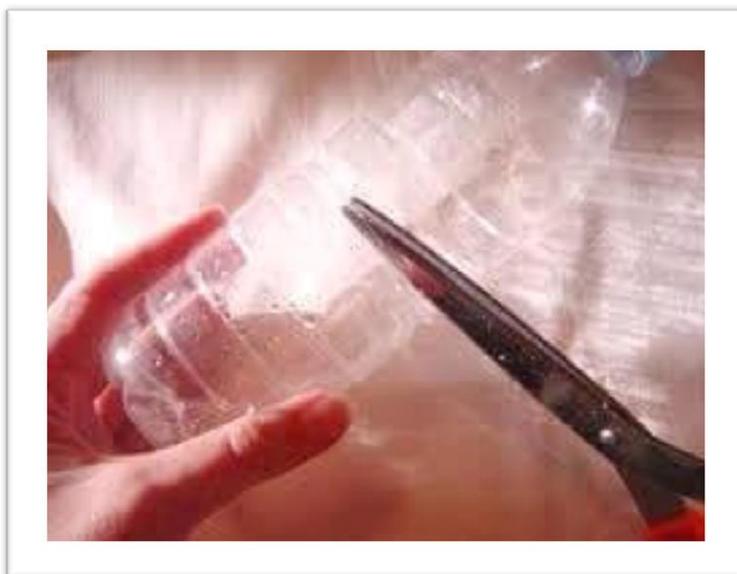


Figure III .3.Découpage du plastique



Figure III.4. Plastique préparé sous forme des mailles de $3 \times 3 \text{ mm}^2$ et $10 \times 3 \text{ mm}^2$.

III.3.2 .1.2 .Evaluation des quantités des fibres de plastiques :

Sur la base du volume de l'éprouvette $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ on prend 15% du volume suivant cette règle:

10cm → 100% *et* x → 15% *ona*urax = 1.5cm (10cm représente l'arête intérieure de l'éprouvette).

x = 1.5 cm représente l'épaisseur de la quantité de plastique à utiliser avec le mélange)

Puis on a posé une quantité de plastique dans le fond de l'éprouvette jusqu'à l'épaisseur 1.5cm repéré dans l'éprouvette par le marqueur puis on a pesé le plastique après on a eu une masse de 82 g.

✓ **NOTE :**

1- on a utilisé le plastique 10x3mm de maille pour évaluer la quantité.

2- on a tenu en compte le volume parce que la densité de chaque matériau n'est pas la même. Alors on est parvenu aux données concernant la masse et la masse volumique du plastique suivant le tableau III.2.

Tableau III .2 :évaluation la quantité des fibres plastiques (éprouvette 10x10x10cm³)

Pourcentage	Masse	Volume du plastique	Majoration de 5%
(%)	(g)	(c m ³)	(g)
15	82	1.5x10x10	86.1
10	55	1x10x100	57.75
05	28	0.5x10x10	29.4

La Masse volumique de la fibre plastique dans ce cas : $82/1.5 \times 10 \times 10 = 0.55 \text{ g/c m}^3$ on aura la même valeur pour les deux pourcentages.

Sur la base du volume de l'éprouvette $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$.

$82\text{g} \rightarrow 1000\text{cm}^3 \text{ et } x \rightarrow 256\text{cm}^3 \text{ alors } x = 21\text{g qui représente } 15\%$

On ne prend pas la hauteur occupée par le plastique recyclé dans l'éprouvette en considération parce qu'on a connu auparavant la quantité nécessaire du plastique

Tableau III.3: évaluation des quantités de plastiques (épreuve 4x4x16cm³)

Pourcentage	Masse (g)	Epreuve	Majoration de 5% (g)
15	21	4x4x16	22.05
10	14	4x4x16	14.7
05	7	4x4x16	7.35

Tableau III.4 : évaluation des quantités de plastiques pour les deux éprouvettes en fonction de la quantité de ciment

épreuve	Pourcentage (%)	Masse du plastique (g)	Quantité du ciment (g)	Rapport p/c (%)
10x10x10	15	82	343	24
	10	55	343	16
	05	28	343	8
04x04x16	15	21	87.8	24
	10	14	87.8	16
	05	7	87.8	8

III.3.3.évaluation finale des matériaux :

- a) Sur la base de la formulation d'un mètre cube de béton hourdis on aura pour formulation suivant une éprouvette de 10x10x10cm³ les quantités suivantes:

Tableau III.5: Formulation de l'épreuve 10x10x10cm³ avec sika.

matériau	Dosage (g)	Dosage considéré avant majoration (g)	majoration de 5% (g)	Dosage considéré Après majoration de 5% (g)
Grains 3/8	1100	1100	55	1155
Sable 0/3	680	680	34	714
eau	150	150	7.5	157.5
Ciment mâtime	(350-7)	343	17.15	360.15
sika	7	7	0.35	7.35

✓ NOTE

On a pour éclaircir le calcul des valeurs des quantités avant le mode opératoire
Par exemple 1100kg de grains (3/8) alors: $1100 \times 0.001 = 1.100$ kg qui est 1100g pour mètre cube.

grains 3/8 est $\frac{1100 \times 5}{100} = 55g \rightarrow$ **la quantité finale est: $1100 + 55 = 1155g$.**
 $\frac{E}{C} = 0.44$

Exclusion du poids de sika de poids de ciment $(350-7) \times 1.05 = 360.15$ g

b) Sur la base de la formulation d'un mètre cube de béton hourdis on aura pour formulation Suivant une éprouvette de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ les quantités suivantes:

Tableau III .6 : Formulation de l'éprouvette $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ avec sika.

matériau	Dosage (g)	Dosage considéré avant majoration (g)	majoration de 5% (g)	Dosage considéré Après majoration de 5% (g)
Grains 3/8	1100	281.6	14.08	295.68
Sable 0/3	680	174	8.7	182.7
eau	150	38.4	1.92	40.32
Ciment mâtine	(350-7)	87.8	4.39	92.19
sika	7	1.8	0.1	1.9

- **Exemple :** on a 1100kg de grains (3/8) alors: $1100 \times 0.256 = 281.6g$ pour éprouvette.

✓ NOTE :

On a fait une majoration de 5% dans toute la phase des essais pour mieux maîtriser de pouvoir reçu de bonne formulation d'une part et pour assurer qu'il n'y ait plus de perte d'autre part

III.3. 4. Mode opératoire :

- La confection est la préparation du mélange au laboratoire Pour des éprouvettes cubiques et prismatiques $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ on commence par tamiser le sable avec l'utilisation du tamis ($5 \mu\text{m}$) puis On le pèse ainsi que le ciment et les grains 3/8.

- On pose les grains dans le malaxeur plus le sable et le ciment et on commence à mettre en service Le malaxeur après un certain temps on verse de L'eau par petite quantité jusqu'à la fin du malaxage.
- Pour le béton hourdis sans plastique. mais en ce qui concerne l'ajout des plastiques. on ajoute ces derniers à la fin Du malaxage et on poursuit le malaxage après une durée Courte.
- Puis on arrête le malaxeur et on commence à verser du mortier dans le cône d'abrams pour connaitre son affaissement.et on remplit les éprouvettes Cubiques et prismatiques. Ensuite on pose toutes les éprouvettes sur la table à choc pour vibrer les échantillons.
- après une minute. On les mit à coté et on les couvre sans toucher le mélange parce que les surfaces supérieures des éprouvettes sont uniformes.



Figure III.5: Béton de l'hourdis dans malaxeur



Figure III.6: éprouvette sur table à choc **Figure III.7 :**Des moules préparés

III.3. 5. Béton de l'hourdis à l'état frais :

La norme (EN 12390-2) distingue les essais d'études, des essais de convenance et de contrôle, les essais d'études sont exécutés sur un béton réalisé au laboratoire, les essais de convenances ou de contrôles sont exécutés sur un béton gâchés dans la bétonnière ou le malaxeur utilisé sur le chantier.

III.3.5.1. Affaissement au cône d'Abrams: SLUMP test EN 12350-2

C'est l'essai le plus couramment utilisé car il est très simple à mettre en œuvre, il est utilisable tant que la dimension maximale des granulats ne dépasse pas 40mm. Il réalise à l'ordre suivant :

- ✓ Introduire le béton dans le moule légèrement humidifié et huilé en trois couches d'égales.
- ✓ Piquer chaque couche 25 coups avec une tige spéciale.
- ✓ Araser en roulant la tige de piquage sur le bord supérieur de moule.
- ✓ Démouler le cône et mesurer l'affaissement à l'aide d'un portique et arrondi au centimètre.



Figure III .8.Mesure de l'affaissement.

- ✓ *Note* :on trouve l'affaissement est égale = 0 c'est-à-dire on a un béton ferme

III.3. 5.2.Vibration :

La vibration est la méthode de compactage la plus répandue, le degré de compactage d'un béton frais par vibration dépend de la fréquence et de l'amplitude des oscillations, ainsi que de la durée de vibration.

- ✓ Remplir les moules cubiques (**10x10x10**) cm^3 .
- ✓ On fait la vibration sur la table vibrante pendant **60s**.
- ✓ Peser 3 moules avant et après leur remplissage et la vibration pour déterminer la masse Volumique du béton à l'état frais.
- ✓ Les éprouvettes sont maintenues à l'air libre au laboratoire pendant **24h**.

III.3.6. Béton hourdis à l'état durci :

Le béton est considéré comme un solide monolithique après achèvement de la prise c'est un matériau perpétuelle évolution ceci pour plusieurs raisons parmi lesquelles:

- ✓ La poursuite des réactions d'hydratation du ciment pendant plusieurs années notamment, la cohésion et les dimensions du matériau.
- ✓ Les variations du milieu ambiant engendrent des changements lents dans la structure du béton durci.

III.3.6.1. Durcissement du béton :

Le durcissement d'un béton avec le temps est essentiellement à l'hydratation progressive du ciment.

Il est bien connu que la progression des résistances mécaniques d'un béton se fait de plus en plus lentement lorsqu'on peut expliquer par le fait que la vitesse d'hydratation des grains de ciment décroît elle-même avec le temps.

III.3.6.2. Mode de conservation de béton :

Le degré d'humidité du milieu de conservation a une influence importante sur la résistance du béton.

Notre béton est conservé dans l'eau à une température de 20°C.



Figure III.9: Bac de conservation.

Note :

- ✓ Notre béton est conservé à l'état humide on a posé les éprouvettes préparées dans des sachets puis on a conservé ces dernières dans un milieu qui garde toujours l'humidité et chaque trois jours on fait mouiller ces éprouvettes par l'ajout d'une quantité d'eau en plus.



Figure III.10 : Des éprouvettes conservées à l'état humide

III.4. Les principaux essais :

III.4.1. Résistance à la compression : EN 12390-3

➤ **Objectif de l'essai :**

L'essai a pour but de connaître la résistance à la compression du béton de l'éprouvette

➤ **Principe de l'essai :**

L'éprouvette étudiée est soumise à une charge croissante jusqu'à la rupture, la contrainte de rupture à la compression est le rapport entre la charge de rupture et la section transversale de l'éprouvette.

A) Description de l'appareil :

La presse utilisée répond aux normes NF P18-411 et NF P18-412, elle comporte deux parties :

▪ **Première partie :**

- ✓ Unité de commande constituée de :
- ✓ Un cadran pour valeur maximale de charge.
- ✓ Commande de réglage de la vitesse.

▪ **Deuxième partie :**

- ✓ Clapet de charge-décharge.
- ✓ La presse où on a mis l'éprouvette d'essai.

B) Déroulement des essais : On met l'éprouvette entre les plateaux de la presse, on charge avec une vitesse de $0,5 \text{ MPa/s}$, le plateau remonte jusqu'à ce qu'il ne reste entre la face d'éprouvette et le plateau supérieur quelques mm, on réduit la vitesse jusqu'à $(0,5 \pm 0,2 \text{ MPa/s})$ après rupture. On décharge et on note la charge maximale correspondante à la rupture P . La résistance à la compression R_c du béton est déterminée par la formule suivante :

$$R_c = P/S.$$

Avec :

R_c : La résistance à la compression.

P : La charge de la rupture en (KN).

S : La section d'éprouvette en (cm^2).

Matériels utilisés :

En ce qui concerne le matériel on aura comme suit:

- Eprouvettes cubiques $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$.
- balance électronique.
- bac (pour eau)
- malaxeur (pour matériaux utilisés).
- Table vibrante.
- Presse hydraulique (essai d'écrasement des éprouvettes-compression)
- Tamis ($5 \mu\text{m}$).
- Sachets pour humidification.



Figure III .11: Presse de compression

III.4.2.Résistance à la flexion :(EN 12390-5)

Une pièce soumise à la flexion lorsque l'ensemble des forces extérieures appliquées à cette pièce se réduisent aux éléments de réduction suivant :

- Un moment fléchissant
- Un effort tranchant

❖ Principe de l'essai :

Cette essai consiste à rompre une éprouvette prismatique de 4 cm de coté 4 cm et de longueur 16cm. (la presse s'arrête)

❖ Objectif de l'essai :

L'essai exécuté sur l'éprouvette a pour but d'obtenir la résistance à la flexion du béton.

❖ Matériels utilisés :

- Eprouvettes prismatiques 4x4x16cm³.
- balance électronique.

- bac (pour eau).
- malaxeur (pour matériaux utilisés).
- Table vibrante.
- Presse hydraulique (essai d'écrasement des éprouvettes- flexion).
- Tamis (5 μm).
- Sachets pour humidification.
- Une machine d'essai qui est une presse de force.

❖ **Conduite de l'essai :**

- Placer l'éprouvette dans le dispositif de flexion avec une face latérale de moulage sur les rouleaux d'appuis comme l'indique la figure ci-dessus :



Figure III .12: éprouvette placée dans la diapositive de la flexion

- Abaisser manuellement la grosse vis jusqu'au contact du plateau supérieur avec le bâti de flexion.
- Tourner la vanne de vitesse de mise en charge au minimum (-), mettre la pompe en route.
- Appliquer la charge en tournant la vanne de vitesse de mise en charge de 10 tours environ.

- Laisser un essai jusqu'à rupture relevez la valeur de la charge max et la valeur de la résistance de l'éprouvette rompue, tournez la vanne de mise en charge à la min(-)
- Ouvrir la vanne d'évacuation, arrêter la pompe.
- Nettoyer la presse.

III.4.3 .Degré d'absorption d'eau : EN 1097-6

Le coefficient A mesure la capacité d'absorption d'eau d'un granulat. Plus il est élevé, plus le matériau est absorbant, on en tient compte dans la formulation, Elle est exprimée en (%) et définit par la formule.

$$A (\%) = [(M_H - M_S)/M_S].100$$

M_H : La masse du matériau saturé d'eau en (g).

M_S : La masse du matériau sec en (g)

Matériels utilisés :

En ce qui concerne le matériel on aura comme suit:

- Eprouvettes cubiques 10x10x10cm³.
- balance électronique.
- bac (pour eau)
- malaxeur (pour matériaux utilisés).
- étuve électrique (à température réglable).
- Table vibrante.
- Tamis (5 μ m)
- Sachets pour humidification.

III.4.4.La porosité : EN 1097-6

La porosité d'un matériau est le rapport du volume des vides au volume total, elle représente donc le degré de remplissage de son volume occupé par les vides.

Cette propriété ou notion de porosité est importante car elle influe sur certain Caractéristique fondamentale tel que :

- ✓ Résistance mécanique élevée, donc P faible.
- ✓ Capacité d'absorption d'eau (w) ; Prélevée donc (w) grand.

La porosité est donnée par la relation suivante :

$$P(\%) = [1 - (\gamma/\rho)].100\%$$

a) à l'état lâche : $PL = [1 - (\gamma_L / \rho_s)].100\%$.

b) à l'état compact : $Pc = [1 - (\gamma_c / \rho_c)].100\%$.

La compacité d'un matériau est une proportion de son volume réellement occupé par la matière solide qui le constitue, c'est le rapport du volume absolu des grains au volume apparent du matériau : $C = 1 - P$

a) à l'état lâche : $PL = 1 - P_L$

b) à l'état compact : $Pc = 1 - P_c$.

III.3.4.8. L'indice des vides : EN 1097-6

C'est le rapport de volume de vide sur le volume de solide : $e(\%) = \frac{V_v}{V_s}$ aussi : $e(\%) = \frac{1-c}{c}$

a) à l'état lâche : $E_L = PL / (1 - P_L)$

b) à l'état compact : $E_c = P_c / (1 - P_c)$

III.4. Conclusion :

Le rôle du plastique, c'est à travers plusieurs essais on assure une bonne performance de l'hourdis et d'assurer aussi Ses conditions de mise en œuvre qui peuvent à leurs tours garantir une anisotropie de comportement. Après la confection des échantillons et le démoulage on a mis la moitié du nombre de ces échantillons dans un milieu humide dans des sachets après un petit arrosage des échantillons et l'autre dans un milieu immergé c - à -d dans l'eau a une même température de 20 ± 2 °C. tout en respectant les durées. Ces opérations s'étaient faites d'une façon répétitive avec tous les pourcentages des adjuvants plastiques recyclés y compris le sika, les deux milieux sont témoins l'un à l'autre de point de vue progression résistance du béton.

Après l'utilisation du plastique en deux types de mailles $10 \times 03 \text{ mm}^2$ et $3 \times 3 \text{ mm}^2$, et après l'élaboration de tous les essais on a pris seulement les échantillons de 5% de plastique pour les deux mailles et les autres pourcentages (10% et 15%) on les cite dans la partie annexes.

Chapitre

4

Résultats et Interprétations

Chapitre IV. Résultats et interprétations

IV.1.Introduction :

Après avoir préparé et fait toutes les formulations nécessaires de toutes les éprouvettes des deux types soit de 10x10x10cm³ ou 4x4x16cm³. On a intérêt à prouver les résultats et donner les interprétations convenables pour les valeurs obtenues par les différents essais.

IV.2.résultats des essais :

IV.2.1. Résistance mécanique du béton hourdis

IV.2.1.1.Résistance à la compression (écrasement) :

Tableau IV. 1 : *La masse volumique et la résistance à la compression après (03 ; 14 et 28jours) un béton hourdis sans plastique*

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	2.354	10.815	03 jours
2	immergé	2.392	10.511	
3	Humide	2.367	24.81	14 jours
4	immergé	2.350	15.964	
5	Humide	2.435	23.960	28 jours
6	immergé	2.373	26.15	

Tableau IV .2 : La masse volumique et la résistance compression Avec adjuvant de 5% (maille 10x3 mm²).

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	2.199	9.924	03 jours
2		2.209	12.267	
3	immergé	2.268	11.36	
4		2.206	9.25	
5	Humide	2.040	9.261	14 jours
6		2.190	13.49	
7	immergé	2.156	10.48	
8		2.191	12.115	
9	Humide	2.116	9.171	28 jours
10		2.030	8.652	
11	immergé	2.292	7.702	
12		2.138	7.623	

Tableau IV .3 : La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de 10% (maille 10x3 mm²).

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	1.934	4.768	03 jours
2		2.027	6.33	
3	immergé	2.105	6.26	
4		2.071	5.11	
5	Humide	1.805	4.223	14 jours
6		1.730	3.462	
7	immergé	1.815	4.305	
8		1.902	4.202	
9	Humide	1.858	4.775	28 jours
10		1.832	4.194	
11	immergé	1.840	4.699	
12		1.805	3.746	

Tableau IV .4 : La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de 15% (maille 10x3 mm²).

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	Durée
1	Humide	1.860	2.78	03 jours
2		1.738	2.45	
3	immergé	1.831	2.13	
4		1.856	1.70	
5	Humide	1.722	1.62	14 jours
6		1.722	1.80	
7	immergé	1.851	2.16	
8		1.762	1.68	
9	Humide	1.666	1.59	28 jours
10		1.742	2.15	
11	immergé	1.698	1.80	
12		1.690	1.67	

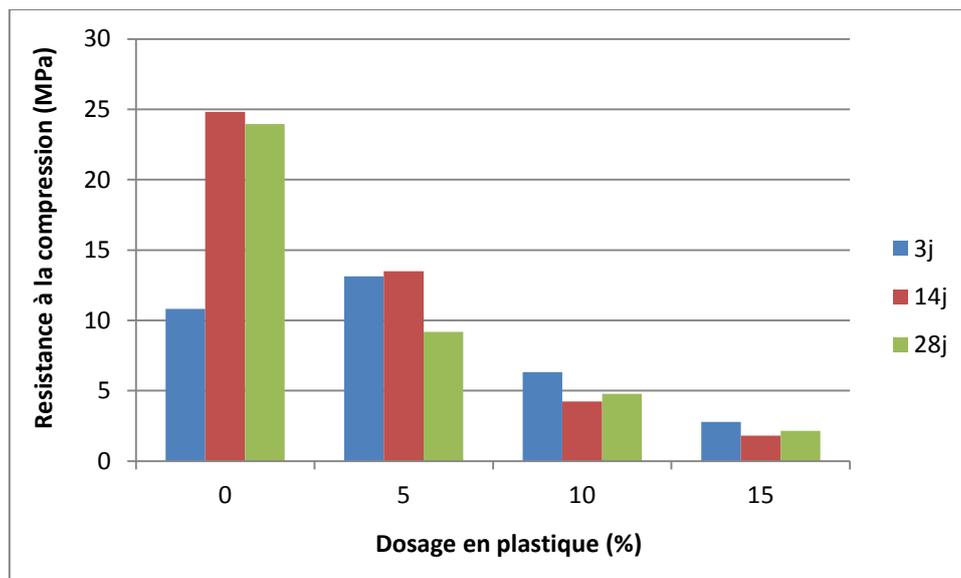


Figure IV .01 : La Résistance à la compression de l'hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 10x3 mm². (Humide).

✓ Interprétations:

Les valeurs obtenues des résistances sont plus ou moins acceptables en particuliers dans le cas de l'hourdis avec Adjuvant en plastique de 5% et de maille de 10x3 mm² plus la

résistance diminue avec (50%) chaque fois le pourcentage augmente en particulier à 28jours.

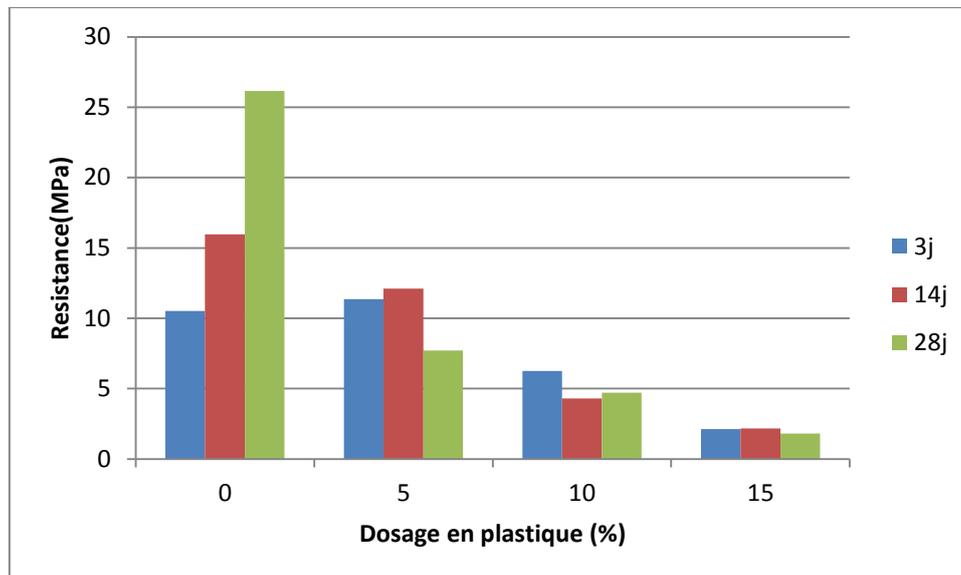


Figure IV .02 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille $10 \times 3 \text{ mm}^2$. (Immergé)

✓ **Interprétations:**

Le résultat de la résistance de hourdis avec adjuvant en plastique de 5% à 28 jours est de l'ordre de 7.702 (MPa) de la maille de $10 \times 3 \text{ mm}^2$ à l'état immergé est déférente de celle de l'hourdis sans adjuvant, et entre le dosage de 5% et sans dosage on a remarqué une diminution de 19(MPa), à 28jours, cette déférence est favorable par contre les dosages de 10% et 15% ont données de faibles résistances.

Tableau IV.05 : La masse volumique et la résistance de compression Avec adjuvant de 5% (maille 3x3 mm²).

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	2.227	9.965	03 jours
2		2.197	13.131	
3	immergé	2.233	7.395	
4		2.166	6.003	
5	Humide	2.053	11.424	14 jours
6		2.179	12.053	
7	immergé	2.137	8.625	
8		2.209	7.464	
9	Humide	2.180	9.212	28 jours
10		2.196	14.934	
11	immergé	2.142	12.336	
12		2.150	11.707	

Tableau IV .06 : La masse volumique la résistance de compression Avec adjuvant de 10% (maille 3x3 mm²)

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	1.934	8.486	03 jours
2		2.027	9.247	
3	immergé	2.105	7.408	
4		2.071	8.798	
5	Humide	1.805	4.870	14 jours
6		1.730	5.97	
7	immergé	1.815	4.540	
8		1.902	3.255	
9	Humide	1.858	4.775	28 jours
10		1.832	4.194	
11	immergé	1.840	4.596	
12		1.805	5.183	

Tableau IV .07 : La masse volumique la résistance de compression Avec adjuvant de 15% (maille 3x3 mm²)

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la compression (MPa)	durée
1	Humide	1.942	5.68	03 jours
2		1.960	3.877	
3	immergé	1.980	4.029	
4		2.011	3.690	
5	Humide	1.907	4.55	14 jours
6		1.845	4.84	
7	immergé	1.937	3.62	
8		1.896	4.17	
9	Humide	1.935	5.536	28 jours
10		1.805	4.278	
11	immergé	1.908	4.69	
12		1.969	3.607	

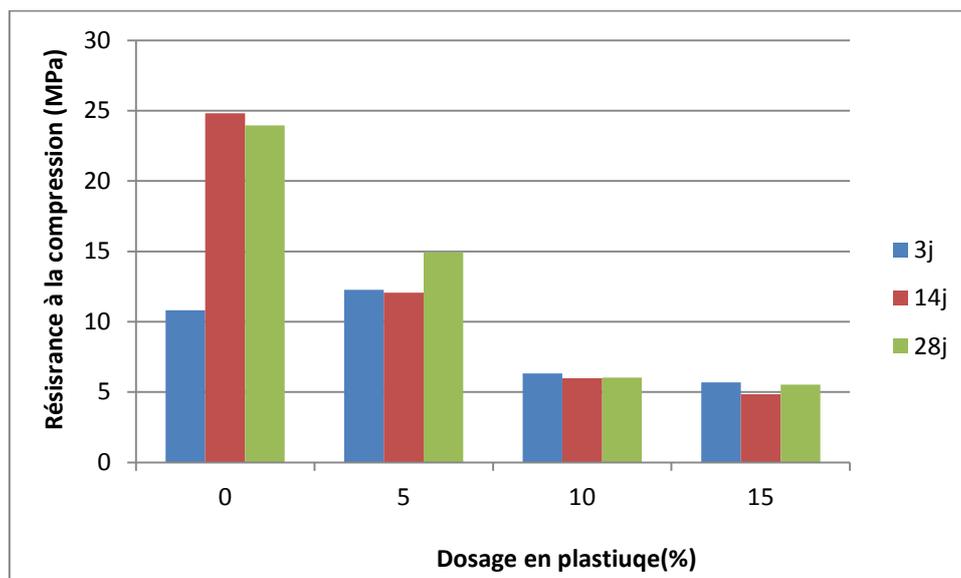


Figure IV .03 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 3x3 mm². (Humide)

✓ Interprétations:

Toujours, l'hourdis avec adjuvant en plastique de 5% et de mailles de 3x3 mm² à 28 jours ayant une résistance plus ou moins significative, avec celle de l'hourdis sans plastique. Plus la valeur de la résistance entre 0% et 5% est diminuée à 38%, ce résultat est positif pour

l'hourdis, tandis que le dosage de 10% et 15% sont faibles toujours et qui ont donnés 80% de baisse de résistance.

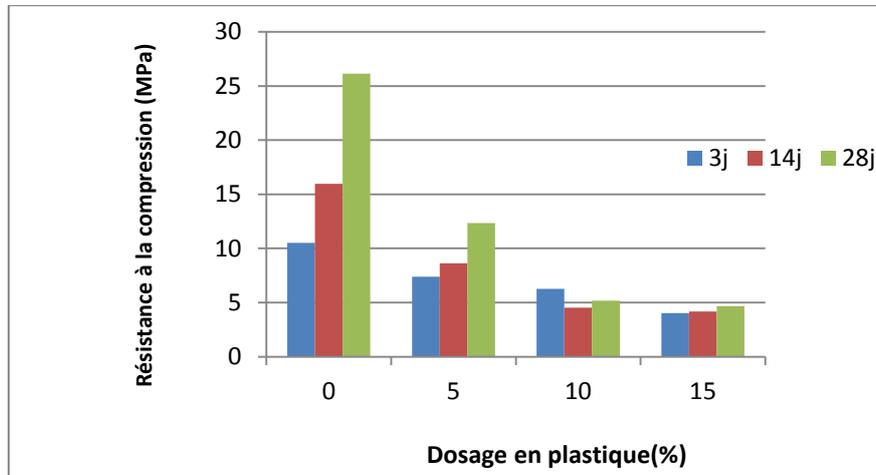


Figure IV .04 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de maille $3 \times 3 \text{ mm}^2$. (Immergé)

✓ Interprétations:

À l'état immergé, la valeur de la résistance à 28 jours est plus proche quant 'au dosage de 5% à celle de l'hourdis sans plastique. Mais la déférence est de 50% de plus l'état immergé ne nous intéresse plus que l'état humide .comme les autres dosages.

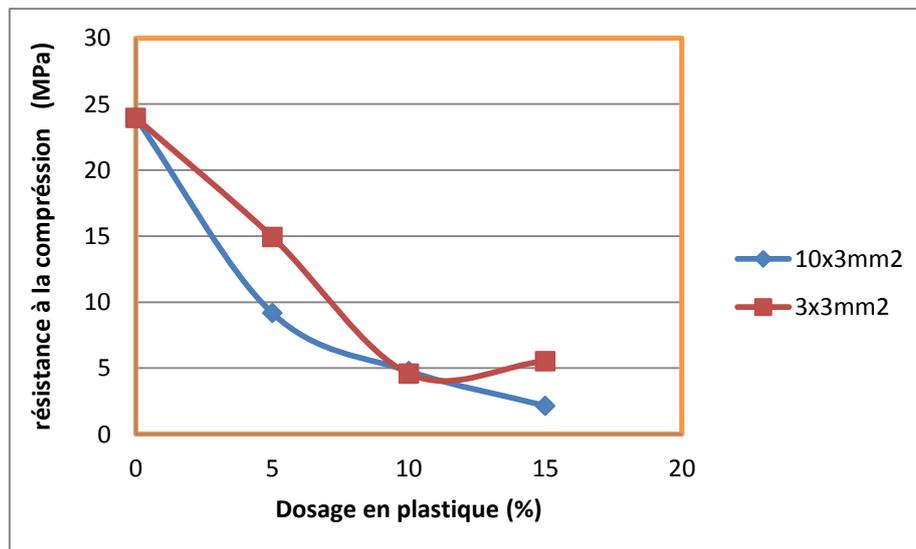


Figure IV .05 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de mailles $3 \times 3 \text{ mm}^2$ et $10 \times 3 \text{ mm}^2$. (Humide à 28 jours)

✓ Interprétations:

À 28 jours on a fait une comparaison entre les deux mailles à l'état humide on a vu que les résultats sont proches les uns aux autres. En particulier dans le cas de 5% du dosage en plastique de point de vue pourcentage, il y a une différence de 47% entre les deux mailles.

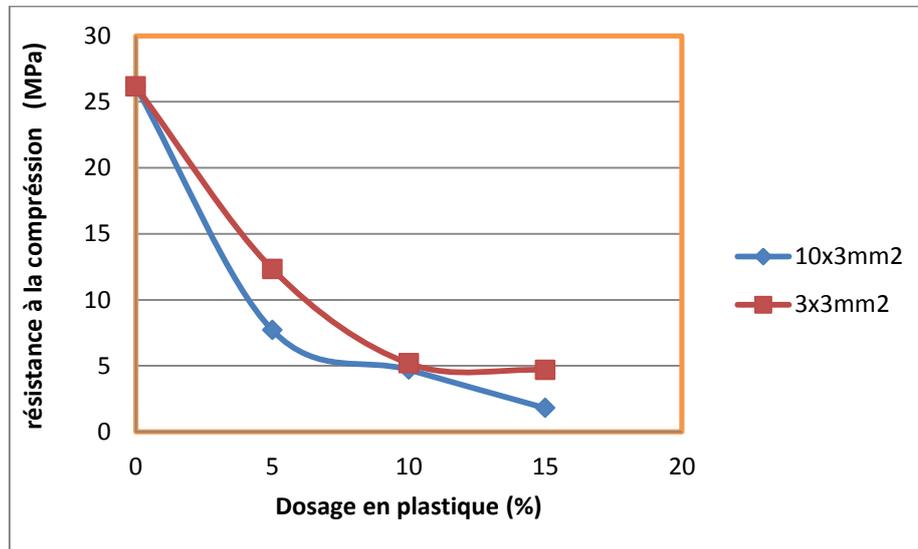


Figure IV .06 : Résistance à la compression en fonction du dosage en plastique recyclé de mailles 3x3 mm² et 10x3mm². (Immergé à 28 jours)

✓ Interprétations:

À 28 jours on a fait une comparaison entre les deux mailles à l'état Immergé on a vu que les résultats sont proches les uns aux autres. En particulier dans le cas de 5% du dosage en plastique de point de vue pourcentage, il y a une différence de 50% entre les deux mailles.

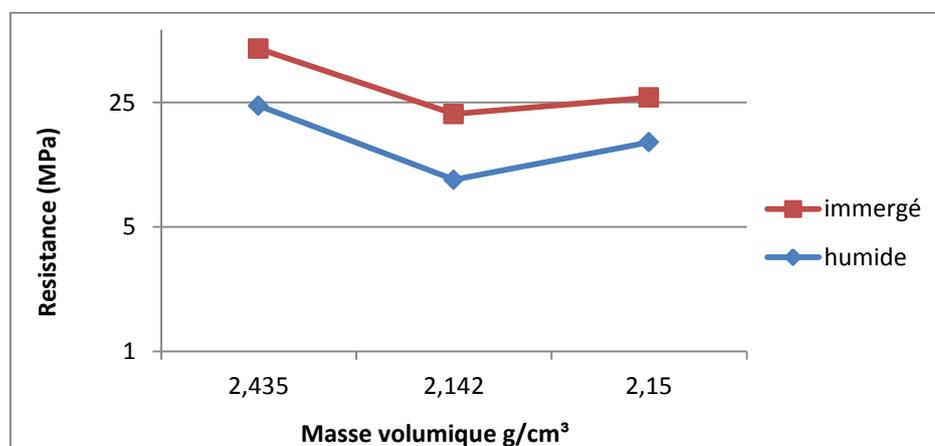


Figure IV .07 : Résistance à la compression en fonction de la masse volumique de maille $3 \times 3 \text{ mm}^2$ et sans maille. (humide, immergé à 28 jours)

✓ **Interprétations:**

Tous les résultats sont illustrés, de plus la différence entre les résistances dans ce cas est de 40% dans l'état humide et on a pris les données du dosage de 5% et sans dosage à titre d'exemple 2.435 g correspond l'absence du dosage et 2.142 g à 5% de plastique.

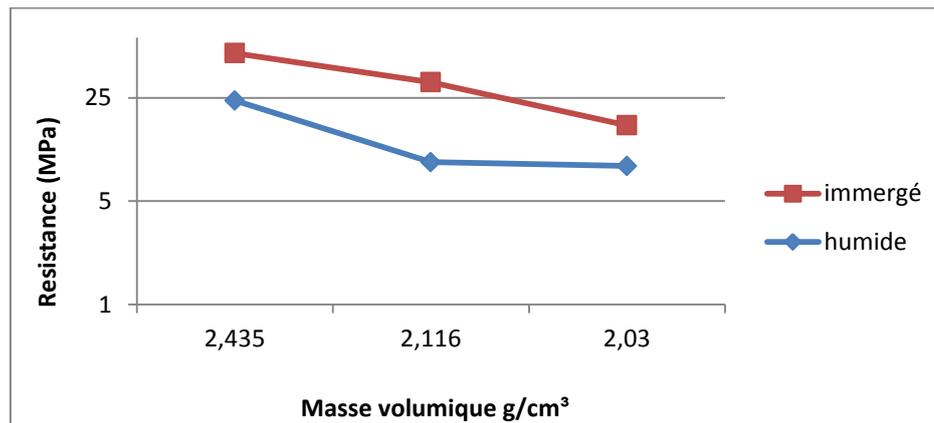


Figure IV .08: Résistance à la compression en fonction de la masse volumique de maille $10 \times 3 \text{ mm}^2$ et sans maille. (humide, immergé à 28 jours)

✓ **Interprétations:**

Tous les résultats sont illustrés, de plus la différence entre les résistances dans ce cas est de 40% dans l'état humide et on a pris les données du dosage de 5% et sans dosage à titre d'exemple 2.435 g correspond l'absence du dosage et 2.116 g à 5% de plastique.

IV.2.1.2. Résistance à la flexion :

On a fait les essais à la flexion sur des éprouvettes de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$, du béton hourdis suivants des intervalles temporels c à d à 07 jours, 14 jours et 28 jours avec et sans plastique recyclé. En tenant compte les mailles du plastique $10 \times 3 \text{ mm}^2$ et $3 \times 3 \text{ mm}^2$. Et avec les trois pourcentages 5%, 10% et 15%. On est parvenu aux résultats mentionnés dans les tableaux suivants.

Tableau IV .08: Masse volumique et la résistance à la flexion à 07-14-28 jours avec plastique 5% maille 3x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	2.26	0.045	07 jours
2		2.23	0.050	
3	immergé	2.26	0.061	
4		2.04	0.032	
5	Humide	1.84	0.095	14 jours
6		2.16	0.076	
7	immergé	2.28	0.084	
8		2.18	0.077	
9	Humide	2.199	0.620	28 jours
10		2.308	0.715	
11	immergé	2.414	0.851	
12		2.191	0.444	

Tableau IV.09 : Masse volumique et la résistance à la flexion à 07-14-28 jours avec plastique 10% maille 3x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	2.25	0.048	07 jours
2		2.14	0.039	
3	immergé	2.16	0.034	
4		2.06	0.036	
5	Humide	2.11	0.061	14 jours
6		2.20	0.085	
7	immergé	2.23	0.073	
8		2.18	0.057	
9	Humide	2.14	0.058	28 jours
10		2.17	0.062	
11	immergé	2.14	0.058	
12		2.17	0.062	

Tableau IV.10: Masse volumique et la résistance à la flexion à 07-14-28 jours avec plastique 15% maille 3x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	1.91	0.017	07 jours
2		1.93	0.017	
3	immergé	2.00	0.020	
4		2.10	0.027	
5	Humide	1.93	0.049	14 jours
6		1.92	0.046	
7	immergé	2.11	0.056	
8		1.96	0.057	
9	Humide	1.968	0.235	28 jours
10		1.921	0.223	
11	immergé	2.125	0.255	
12		2.054	0.132	

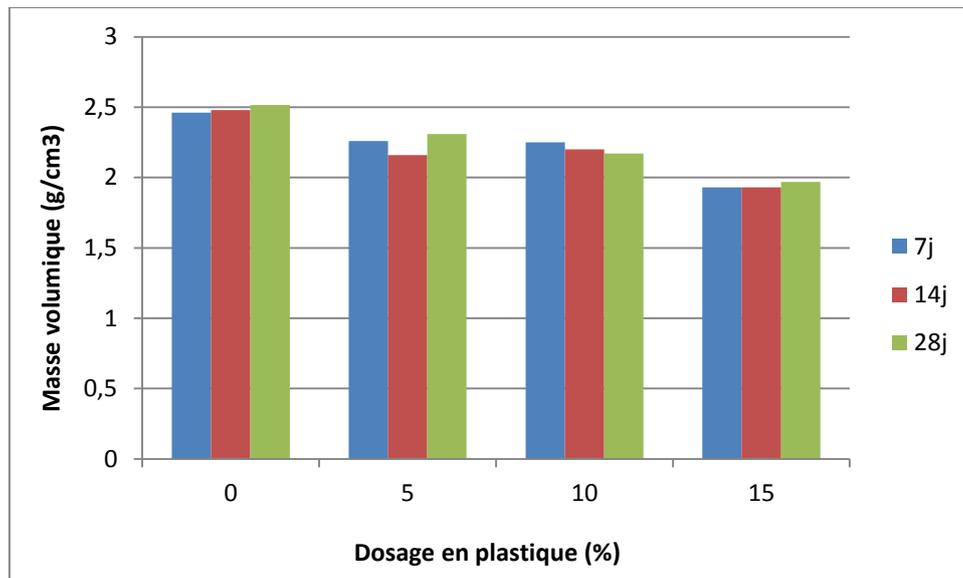


Figure IV.9 : La masse volumique du béton mortier en fonction du dosage en plastique recyclé de maille 3x3 mm². (Humide)

✓ Interprétations:

Le milieu humide prouve une masse volumique entre celle de l'hourdis sans dosage et à 5% un écart de 20% comme entre les autres dosages il y a une légère déférence.

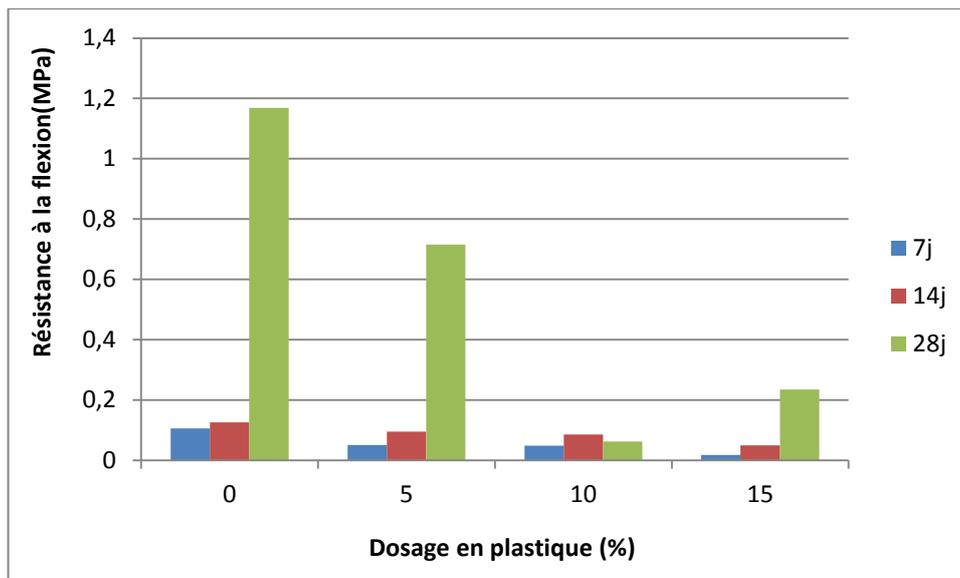


Figure IV.10 : Résistance à la flexion en fonction de la masse volumique du béton hourdis humide avec et sans maille (3x3mm²).

✓ Interprétations:

Le milieu humide prouve une résistance apparente de l'hourdis sans adjuvant avec la prise en considération de la valeur trouvée avec 5% d'adjuvant d'une résistance de 0.715 (MPa), plus la différence entre les deux résistances est 45% à 28 jours c à d entre (0% et 5%). Comparativement avec les autres pourcentages (10% et 15%) avec lesquels on a vu des faibles résultats.

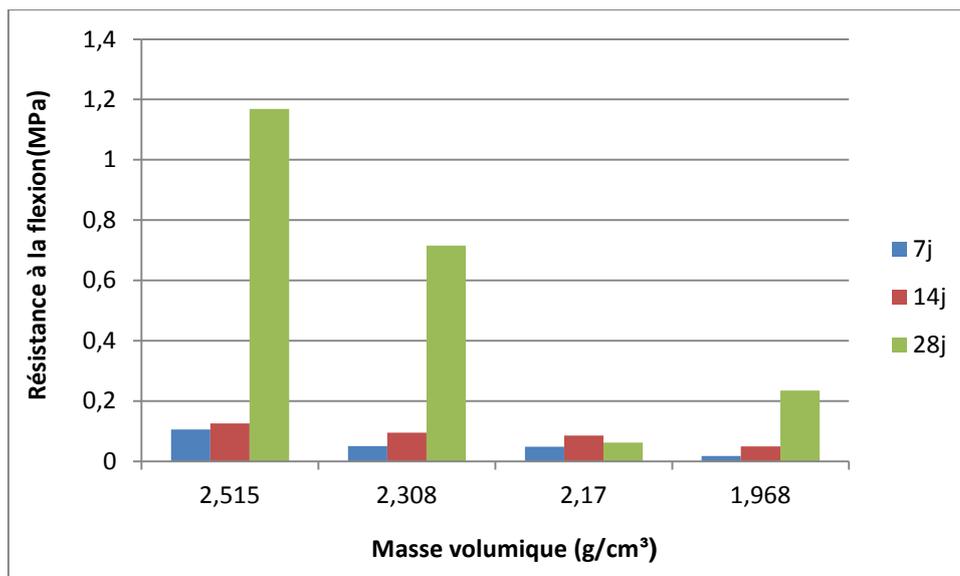


Figure IV.11 : La résistance à la flexion en fonction de la masse volumique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (3x3mm²).

✓ **Interprétations:**

À cet état la différence entre les deux Résistances à la flexion à 28 jours est 45 % et plus la Résistance augmente la masse volumique diminue.

Tableau IV .11 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 5% maille
10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	2.17	0.691	07 jours
2		2.15	0.675	
3	immergé	2.24	0.750	
4		2.20	0.393	
5	Humide	2.01	0.063	14 jours
6		2.10	0.067	
7	immergé	2.24	0.066	
8		2.23	0.073	
9	Humide	2.054	0.056	28 jours
10		2.099	0.048	
11	immergé	2.193	0.051	
12		2.175	0.067	

Tableau IV .12 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 10% maille
10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	1.921	0.320	07 jours
2		2.007	0.484	
3	immergé	1.820	0.338	
4		1.832	0.142	
5	Humide	1.910	0.043	14 jours
6		1.894	0.037	
7	immergé	1.921	0.031	
8		1.886	0.050	
9	Humide	1.855	0.018	28 jours
10		1.886	0.191	
11	immergé	1.832	0.021	
12		1.835	0.027	

Tableau IV .13 : Masse volumique et la résistance à la flexion avec plastique 15% maille 10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	1.726	0.332	07 jours
2		1.777	0.401	
3	immergé	1.621	0.220	
4		1.726	0.247	
5	Humide	1.640	0.290	14 jours
6		1.769	0.241	
7	immergé	1.644	0.079	
8		1.707	0.221	
9	Humide	1.750	0.044	28 jours
10		1.746	0.026	
11	immergé	1.795	0.041	
12		1.679	0.028	

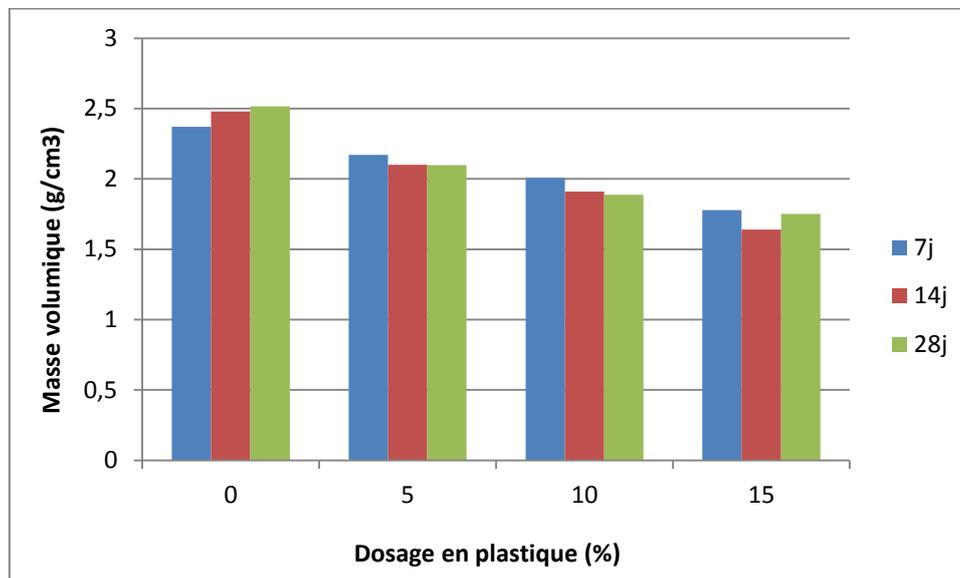


Figure IV .12: La Masse volumique en fonction du dosage en plastique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (10x3mm²).

✓ Interprétations:

À 28 jours il y a une valeur de 40 % de différence de point de vue, masse volumique entre l'hourdis sans adjuvant et celui de 5% de dosage. et plus le dosage augmente les valeurs de la masse volumique diminuent.

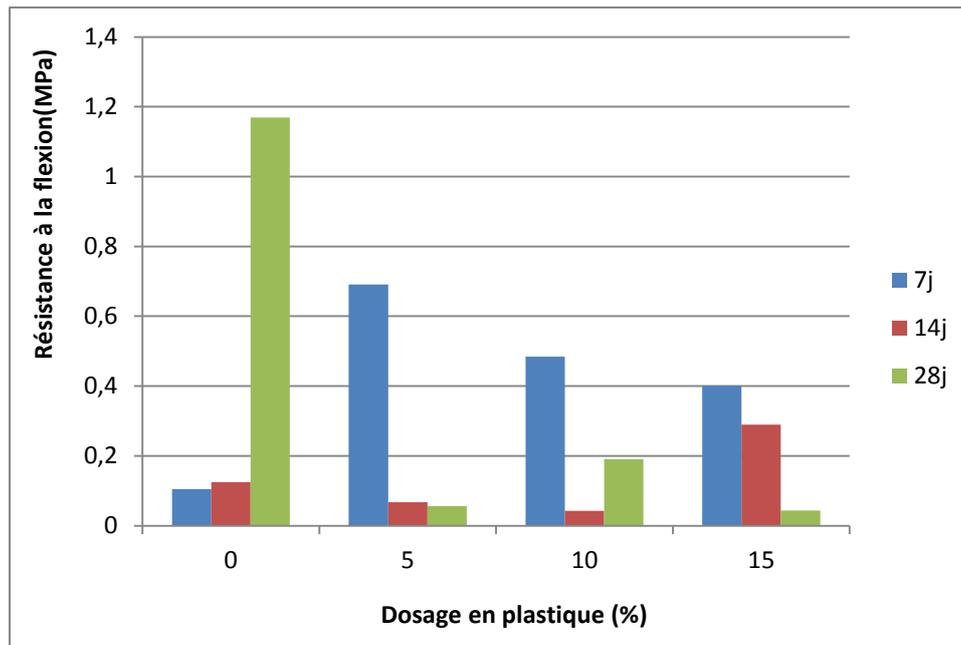


Figure IV .13 : La résistance à la flexion en fonction du dosage en plastique du béton hourdis humide à (07 ; 14 et 28 jours) avec et sans maille (10x3mm²).

✓ Interprétations:

Toujours à 28 jours il a été remarqué qu'une valeur de la résistance à la flexion pour l'hourdis sans dosage augmente de 100% ce qui nous mène à dire que ce type de maille va être pris en compte en seconde étape s'il le faut.

Tableau IV .14 : Masse volumique et la résistance à flexion à 07-14-28 jours sans adjuvant.

N° éprouvette	Type d'immersion	Masse volumique réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	2.37	0.105	07 jours
2		2.46	0.074	
3	immergé	2.30	0.067	
4		2.26	0.064	
5	Humide	2.304	0.113	14 jours
6		2.48	0.125	
7	immergé	2.437	0.096	
8		2.242	0.003	
9	Humide	2.515	1.169	28 jours
10		2.363	1.076	
11	immergé	2.394	1.027	
12		2.429	0.681	

IV.2.2.3. Pertes de masses du béton hourdis :

Perte de masse: comme on a défini cette déférence par l'écart entre le poids de l'échantillon avant l'écrasement et celui après le démoulage exprimé en grammes.

Tableau IV .15 Les pertes de masse des échantillons avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Perte de masse (g)	durée
1	Humide	2199	2168	31	03 jours
2		2209	2176	33	
3	immergé	2268	2217	51	
4		2206	2149	57	
5	Humide	2040	1995	45	14 jours
6		2190	2160	30	
7	immergé	2156	2101	55	
8		2191	2135	56	
9	Humide	2116	2073	43	28 jours
10		2030	1984	46	
11	immergé	2292	2249	43	
12		2138	2074	64	

Tableau IV .16 :Les pertes de masse des trois pourcentages en plastique maille 10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Perte de masse (00%) (g)	Perte de masse (5%) (g)	Perte de masse (10%) (g)	Perte de masse (15%) (g)	durée
1	Humide	29.5	31	34	37	03 jours
2		//	33	34	32	
3	immergé	39	51	81	10	
4		//	57	82	70	
5	Humide	28	45	34	72	14 jours
6		//	30	40	49	
7	immergé	34	55	72	135	
8		//	56	75	79	
9	Humide	33	43	35	22	28 jours
10		//	46	41	37	
11	immergé	49	43	61	44	
12		//	64	66	50	

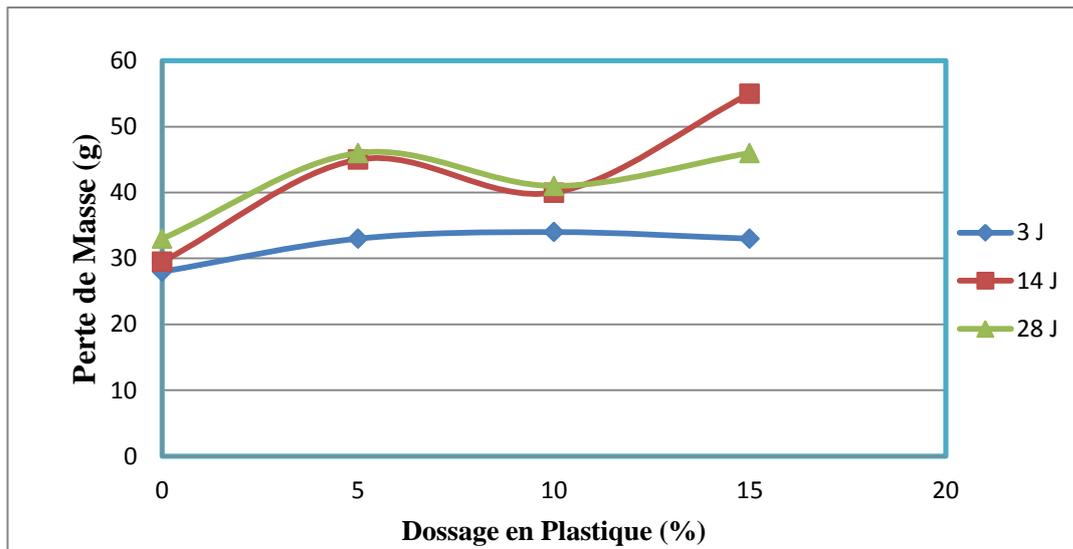


Figure IV.14 : La Perte de masse de l'hourdis humide en fonction du dosage à (03 ; 14 et 28 jours) avec et sans dosage de maille (10x3mm²).

✓ Interprétations:

À 28 jours les résultats de la perte de masse sont proches en cas de l'hourdis humide ce qui nous intéresse réellement. La différence de perte de masse entre l'hourdis sans dosage et avec dosage de 5% vaut 28% parce qu'on s'est basé sur l'hourdis sans plastique comme témoin. Ce qui signifie une légère perte de masse.

Tableau IV.17 : Les pertes de masse des trois pourcentages en plastique maille 3x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Perte de masse (0%) (g)	Perte de masse (5%) (g)	Perte de masse (10%) (g)	Perte de masse (15%) (g)	durée
1	Humide	29.5	48	54	39	03 jours
2		/	37	48	47	
3	immergé	39	65	55	57	
4		/	49	70	85	
5	Humide	28	45	40	47	14 jours
6		/	52	44	32	
7	immergé	34	59	69	77	
8		/	52	71	86	
9	Humide	33	68	51	45	28 jours
10		/	40	40	44	
11	immergé	49	76	69	84	
12		/	85	38	85	

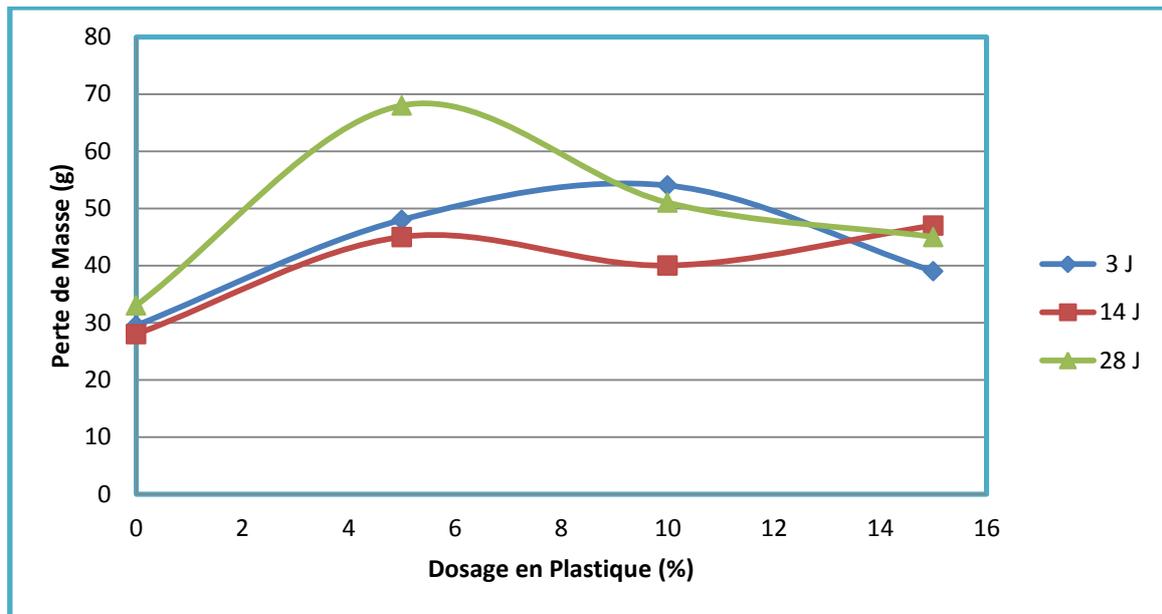


Figure IV .15 :La Perte de masse de l'hourdis humide en fonction du dosage à (03 ; 14 et 28 jours) avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

✓ **Interprétations:**

À 28 jours les pertes de masses sont totalement déférentes et il y a un écart de 50% entre le dosage de 5% et sans dosage.

IV .2.2.L'absorption de l' hourdis en béton

IV.2.2.1. L'absorption d'eau massique (NA EN 1097-6)

C'est la déférence entre la masse saturée et la masse sèche .D'où

$$AB = \frac{M_{sat} - M_{sec}}{M_{sec}} \times 100.$$

Pour les échantillons 10x10x10 cm³ à 14 et 28 jours de dosage 3x3mm² de 10% et de 5% plastique recyclé on calcule l'humidité de ces derniers avec l'application directe des formules passées on aura les valeurs dans les tableaux suivants:

Tableau IV.18 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons avec 10% de plastique

Nombre de moules	Le poids après le gâchage (g)	Le poids après le démoulage (g)	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	durée
01	2102	2097	2176.5	2176	2028	14 jours
02	2034	2022	2112	2136	1985	
03	2000	1987	2052	2074.5	1906	28 jours
04	2053	2053	2124	2143	1970	

Tableau IV.19 : La teneur en eau et la capacité d'absorption, des échantillons avec 10% de plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Déférence de poids (g)	Teneur en eau (%)	Déférence de poids (g)	Absorption (%)	durée
01	2176.5	2176	2028	148.5	7.32	148	7.29	14 jours
02	2112	2136	1985	127	6.39	151	7.6	
03	2052	2074.5	1906	146	7.66	168.5	8.8	28 jours
04	2124	2143	1970	154	7.81	173	7.78	

Tableau IV.20 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons avec 5% de plastique

Nombre de moules	Le poids après le gâchage (g)	Le poids après le démoulage (g)	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	durée
01	2182	2180	2242	2230	2108	14 jours
02	2236	2231	2281	2279	2162	
03	2182	2173	2230	2229	2086	28 jours
04	2208	2200	2263	2269	2115	

Tableau IV.21 : La teneur en eau et l'absorption, immergés et secs des échantillons avec 5% de plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Déférence de poids (g)	Teneur en eau (%)	Déférence de poids (g)	Absorption (%)	durée
01	2242	2230	2108	134	6.35	122	5.78	14 jours
02	2281	2279	2162	119	5.50	117	5.41	
03	2230	2229	2086	144	6.90	143	6.85	28 jours
04	2263	2269	2155	148	6.99	114	5.02	

Tableau IV.22 : Les poids humides, immergés et secs des échantillons sans plastique

Nombre de moules	Le poids après le gâchage (g)	Le poids après le démoulage (g)	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	durée
01	2386	2380	2415.5	2416	2315	14 jours
02	2370	2362	2405.5	2399	2297	
03	2324	2320	2355	2349	2226	28 jours
04	2394	2387	2434	2428	2290	

Tableau IV.23 : Teneur en eau et capacité d'absorption des échantillons sans plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Poids immergé (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Déférence de poids (g)	Teneur en eau (%)	Déférence de poids (g)	Absorption (%)	durée
01	2415.5	2416	2315	100.5	4.34	101	4.36	14 jours
02	2405.5	2399	2297	108.5	4.72	102	4.44	
03	2355	2349	2226	129	5.79	123	5.52	28 jours
04	2434	2428	2290	144	6.28	138	6.02	

Tableau IV.24 Récapitulation des résultats de la perte de masse et de l'absorption

Nombre de moules	Dosage de plastique (%)	Perte de masse (g)	Absorption (%)	durée
01	00%	101	4.36	14 jours
02		102	4.44	
03		123	5.52	28 jours
04		138	6.02	
05	05%	122	5.78	14 jours
06		117	5.41	
07		143	6.85	28 jours
08		114	5.02	
09	10%	148	7.29	14 jours
10		151	7.6	
11		168.5	8.8	28 jours
12		173	7.78	

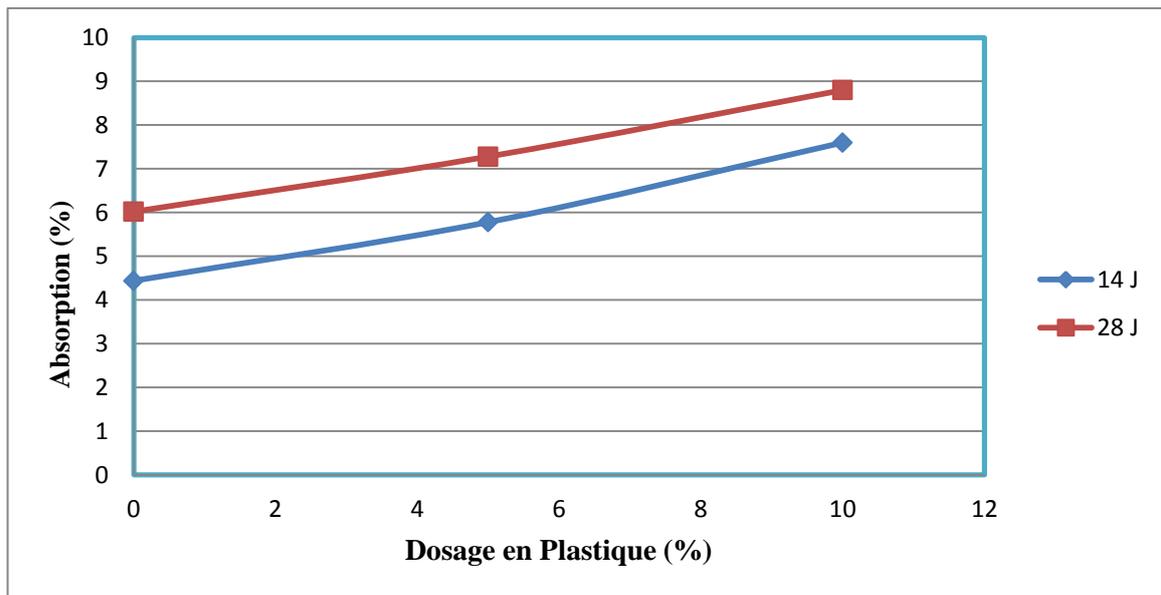


Figure IV.16 :L'absorption en fonction du dosage.

✓ Interprétations:

L'absorption à 28 jours atteint une valeur de 8% ce qui indique que la différence entre les valeurs de l'absorption n'excède pas 14% entre les deux dosages (0% et 5%) et plus Le dosage augmente l'absorption augmente.

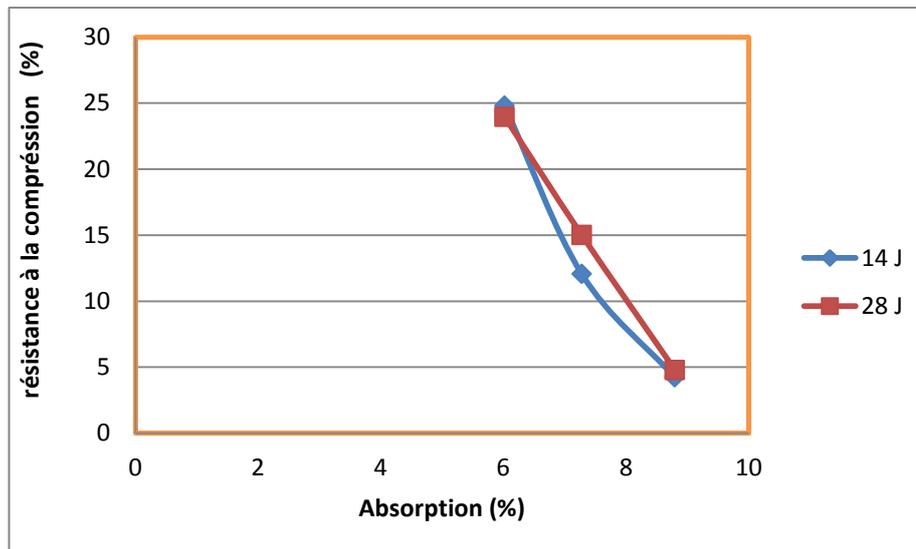


Figure IV.17 : La Résistance à la compression en fonction de l'absorption.

✓ Interprétations:

La déférence de la résistance à la compression à 28 jours vaut 37% qui correspond 18% de déférence de point de vue absorption

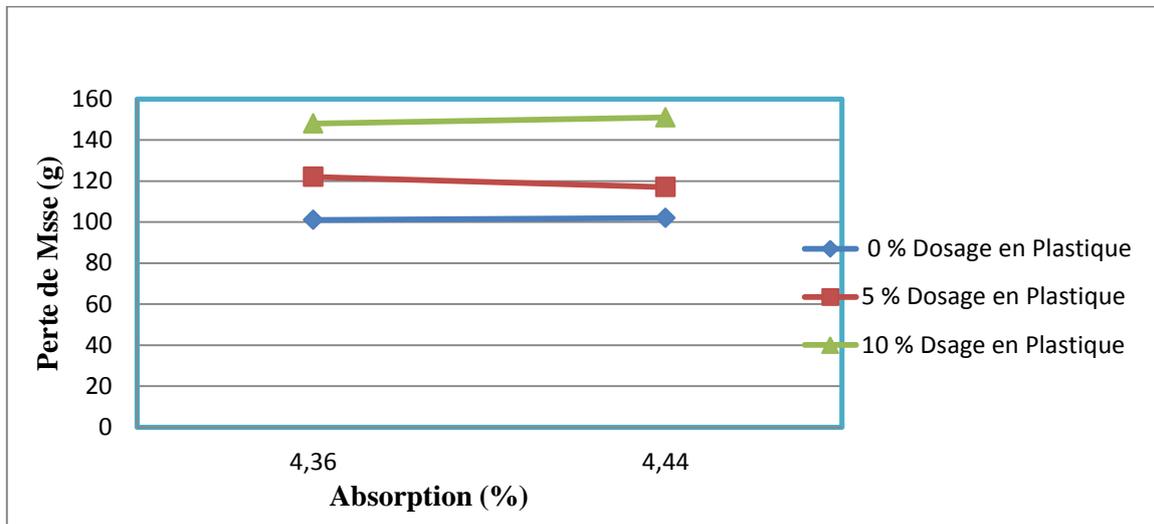


Figure IV.18 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de l'absorption à 14 jours avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

✓ Interprétations:

Dans la très grande majorité des cas on a la capacité d'absorption est d'égales valeurs, On a intérêt de dire que le béton hourdis n'absorbe pas de l'eau et l'écart entre deux dosages (0%et5%) vaut 13% ce qui nous intéresse.

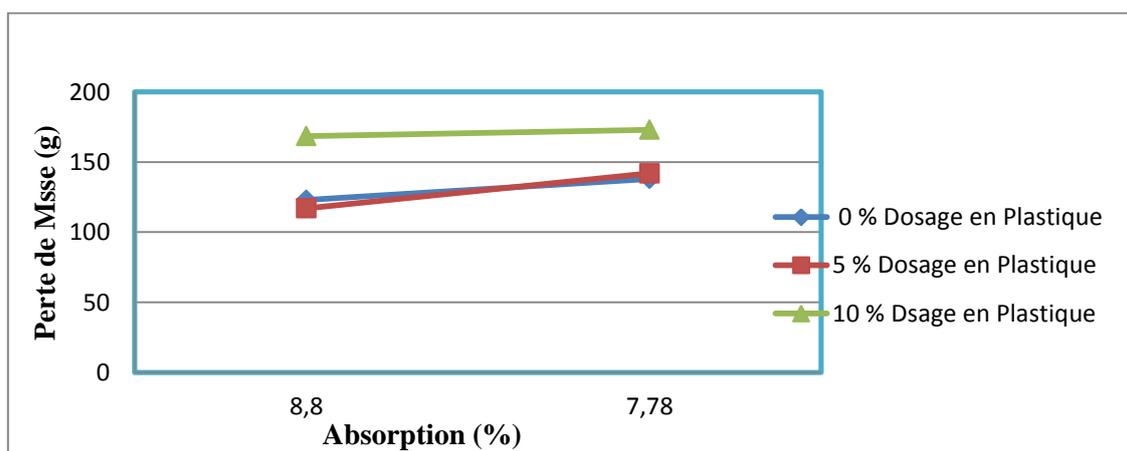


Figure IV.19 :La Perte de masse de l'hourdis en fonction de l'absorption à 28 jours avec et sans dosage de maille (3x3mm²).

✓ Interprétations:

L'augmentation de la capacité d'absorption dépend directement avec l'augmentation de la perte de masse. Sans tenir compte du temps

✓ **NOTE :**

Le gonflement du béton mortier n'est plus apparu ni juste après le démoulage des échantillons ni après l'immersion et le séchage à l'air libre soit dans le cas d'un béton sans plastique ou avec adjuvant plastique recyclé. Alors le retrait vu du béton peut-être du par les vides dans le sable.

IV.2.2.2. Porosité et compacité du béton hourdis :

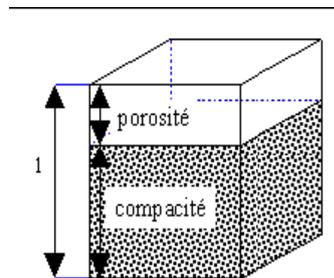
- porosité: c'est le rapport du volume des vides au volume total. (en%).

$$P = \frac{V_{\text{vides}}}{V_{\text{total}}} \times 100\%$$

- b-compacité: c'est le rapport du volume solide au volume total. (en%).

$$C = \frac{V_{\text{solide}}}{V_{\text{total}}} \times 100\%$$

- ✓ **Note:** porosité+ compacité=P+C= 100%



Volume total de l'échantillon c'est le volume de l'éprouvette $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$

Tableau IV.25. Prouve la proportionnalité des facteurs de porosité et compacité du béton hourdis sans plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Volume des vides (cm ³)	porosité (%)	compacité (%)	durée
01	2176.5	2028	148.5	14.85	85.15	14 jours
02	2112	1985	127	12.7	87.3	
03	2052	1906	146	14.6	85.4	28 jours
04	2124	1970	154	15.4	84.6	

Tableau IV.26 : Donnant la porosité et la compacité, des échantillons avec 10% de plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Volume des vides (cm ³)	porosité (%)	compacité (%)	durée
01	2242	2108	134	13.4	86.6	14 jours
02	2281	2162	119	11.9	88.1	
03	2230	2086	144	14.4	85.6	28 jours
04	2263	2115	148	14.8	85.2	

Tableau IV.27 : Donnant la porosité et la compacité, des échantillons avec 5% de plastique

Nombre de moules	Le poids humide (g)	Le poids après passage à l'étuve (g)	Volume des vides (cm ³)	porosité (%)	compacité (%)	durée
01	2415.5	2315	100.5	10.05	89.95	14 jours
02	2405.5	2297	108.5	10.85	89.15	
03	2355	2226	129	12.9	87.1	28 jours
04	2434	2290	144	14.4	85.6	

Tableau IV.28 Récapitulation des résultats de la perte de masse et de la porosité

Nombre de moules	Dosage de plastique (%)	Perte de masse (g)	Porosité (%)	durée
01	sans	148.5	14.85	14 jours
02		127	12.7	
03		146	14.6	28 jours
04		154	15.4	
05	05%	100.5	10.05	14 jours
06		108.5	10.85	
07		129	12.9	28 jours
08		144	14.4	
09	10%	134	13.4	14 jours
10		119	11.9	
11		144	14.4	28 jours
12		148	14.8	

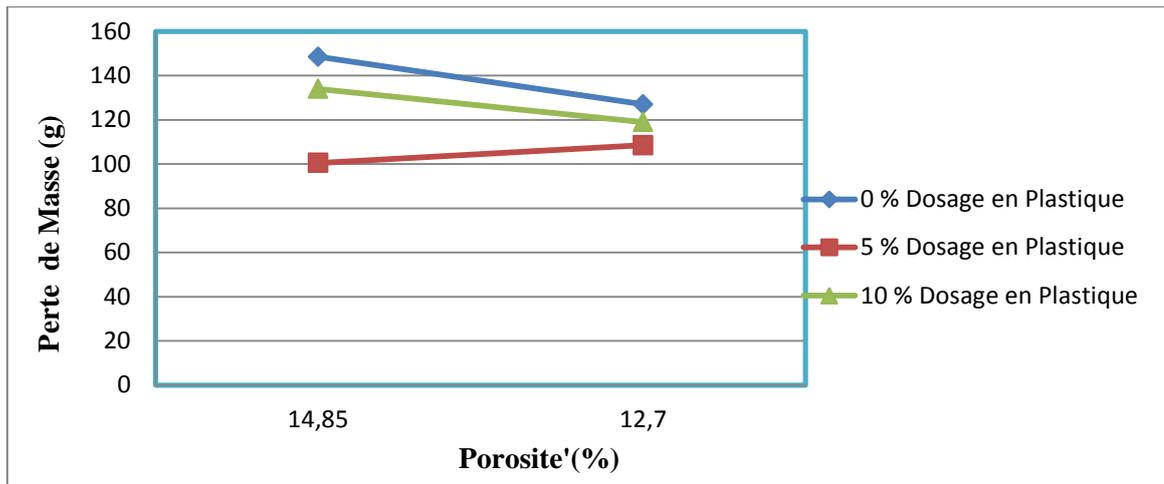


Figure IV.20 : La Perte de masse de l'hourdis en fonction de la porosité à 14 jours avec et sans dosage de maille ($3 \times 3 \text{mm}^2$).

✓ Interprétations:

Entre deux pourcentages (0% et 5%) on a remarqué une différence de porosité de 1% qui entraîne une perte de 15%.

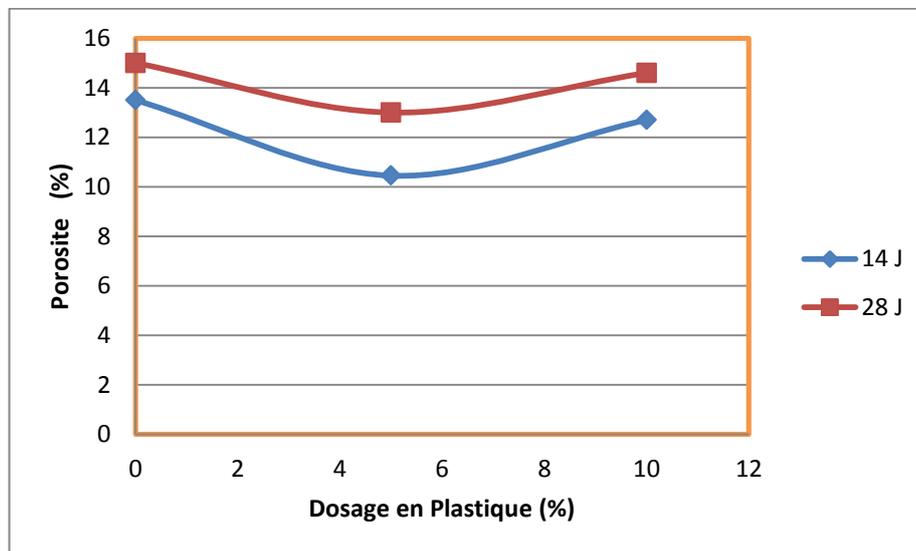


Figure IV.21: Porosité en fonction du dosage en plastique

✓ Interprétations:

Une petite différence entre les deux valeurs de la porosité à 14 jours et à 28 jours c-à-d 14.85% et 15.4%. Quand le dosage est 0%, à 14 jours quand le dosage est 5% la porosité est de 10.85% et à 28 jours 14.4% donc une différence de 3.5% entre les deux dosages 0% et 5% qui n'est pas significée.

IV.3. Conclusion

Au final, le béton hourdis présente de bonne performance car tous les résultats obtenus mènent grosso modo au bon chemin de son acceptabilité d'après ce qui est fait en ce qui concerne les différentes étapes suivies c, à, d les essais d'absorption et de porosité.

Suivant des normes européennes, il a été trouvé avec presque les mêmes essais que nous avons fait, En ce qui concerne la flexion on a eu des résultats moins que ceux existés à titre d'exemple on a vu à 28 jours une résistance à la flexion de 0.715 (Mpa) de 0% à 5% et 0.06Mpa entre 5% et 10% et de 0.26Mpa entre 10% et 15% contre une résistance de 3.3(Mpa) trouvée à l'université en Espagne, alors la cause de cette différence revient aux choix du type de l'éprouvette $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ avec l'utilisation du plastique surtout tout en augmentant le pourcentage de dosage de (0%-5%-10%-15%). En plus si on a utilisé des éprouvettes de $16 \times 32 \text{ cm}^2$ et autre type, et avec plusieurs essais c'est possible qu'on est devant une possibilité de trouver des meilleures valeurs de résistance en flexion.

En ce qui concerne la Compression, l'absorption, Et la perte de masse, en 2011 à l'université de Gijón en Espagne .ils ont fait 40 essais sur un béton avec déchets recyclés ils ont trouvé des valeurs de l'absorption comprises entre 5.9% et 11.5% que nos essais sont voisins de ces derniers avec un dosage de 5% de plastique et l'absorption est de 5.02% à 6% avec une perte de masse de 114 g à 28 jours.

Et en compression des valeurs varient entre 7 et 7.6 (Mpa) à 28 jours en 2014. Avec les mêmes essais (EN 772-1-2000) faits à la faculté de construction environnementale de Malta (faculty of built environment, university of Malta) en 2014. que ces résultats sont plus proches aussi que ceux trouvés dans nos essais, de plus en compression l'une des valeurs trouvée égale à 9.212(Mpa) de résistance correspondant à 2.180 g/cm^3 de masse volumique à l'état humide avec un dosage de 5% de maille $3 \times 3 \text{ mm}^2$ qui sont des résultats acceptables. [25,26,27]

Chapitre

5

Conclusion générale et
Recommandations

V.1. Conclusion générale :

Après la confection de toutes les éprouvettes et l'élaboration de tous les essais au laboratoire à partir de la formulation des échantillons passant par le démoulage et la pose de ces derniers dans l'eau avec le respect complet des délais (3-7-14-28 jours) ainsi que le passage d'une partie d'eux à l'étuve pour connaître l'absorption et la porosité et la comparaison des éprouvettes avec et sans plastique recyclé. Et après l'obtention des différents résultats. On a conclu que :

- ✓ L'hourdis prouve une performance très élevée de point de vue résistance notamment à la présence de l'ajout des plastiques de petites mailles et avec le petit pourcentage (5%) et en comparaison avec l'hourdis sans plastique qui a aussi montré des valeurs très élevées de résistance à la compression de 14.934(Mpa) concernant le dosage de 5% avec la maille de 3x3mm² à l'état humide que ce milieu est le plus approprié pour la production de l'hourdis et de porosité de 10 à 14% en cas de 5% de dosage et de l'absorption de 5% à 6% devant un dosage de 5% de plastique. Même en cas de perte de masse qui varie entre 4% et 8% en cas de dosage de 0% à 10% en plastique. Et avec une valeur moyenne de 100g, ce qui nous impose de n'oublier en aucun cas la production de l'hourdis avec plastique et avec ces données nous assurons l'économie. forme. Et en particulier le coût de l'hourdis.
- ✓ avec adjuvants l'hourdis repousse les frontières de la connaissance et étudier chaque jour plusieurs phénomènes de plus on est obligé de s'interroger pourquoi on n'utilise pas de plastiques recyclés sous forme de poudre dorénavant avec la connaissance franche de ces compositions chimiques à fin de mieux gérer sa formulation bien sûr en présence majeure du ciment et d'eau et de ne pas mettre en doute le durcissement du mélange après sa mise en œuvre et pour ne pas dès son jeune âge et maturité perdre sa rhéologie et de garder une partie très importante avec cette cure de la pathologie de l'immeuble réalisé parce que les essais montrent que l'hourdis n'absorbe que 18% d'eau qui est mieux que l'on a connu dans des normes prévues, ce qui est notre invention, et les recherches dans ce domaine ne s'arrêtent pas comme les possibilités sont infinies.

V.2.Recommandations :

Pour assurer plus une haute performance de l' hourdisen béton il est recommandé ce qui suit:
L'utilisation de l'ajout de plastique doit se faire par le lavage du plastique puis l'assurance de son séchage puis il serait essoré et broyé dans un endroit d'affinage à fin qu'il soit sous forme

De plusieurs types de mailles et par une confection de plusieurs essais pour parvenir à des résultats plus encourageants ou le recyclage du plastique sera aussi, sous forme de poudre fine mise dans des sacs, puis son utilisation serait facile pour qu'il joue le rôle d'addition.

Annexes

Annexe A :

Compression :

Tableau .01 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le gâchage (g)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	1753	1823	1860	03 jours
2		1642	1706	1738	
3	immergé	1575.5	1731.5	1831.5	
4		1669.5	1786	1856.5	
5	Humide	1552	1650.5	1722	14 jours
6		1572	1673	1722.5	
7	immergé	1620	1716.5	1851	
8		1582	1683.5	1762	
9	Humide	1530	1644	1666	28 jours
10		1612	1705	1742.5	
11	immergé	1532	1654.5	1698	
12		1533	1640.5	1690	

Tableau 02: la masse volumique et la résistance de compression du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (compression) (MPa)	durée
1	Humide	1860	1.860	2.78	03 jours
2		1738	1.738	2.45	
3	immergé	1831.5	1.831	2.13	
4		1856.5	1.856	1.70	
5	Humide	1722	1.722	1.62	14 jours
6		1722.5	1.722	1.80	
7	immergé	1851	1.851	2.16	
8		1762	1.762	1.68	
9	Humide	1666	1.666	1.59	28 jours
10		1742.5	1.742	2.15	
11	immergé	1698	1.698	1.80	
12		1690	1.690	1.67	

Annexes

**Tableau 03 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé
10% de maille 10x3 mm²**

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le gâchage (g)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	1863.5	1900	1934.5	03 jours
2		1897.5	1993	2027	
3	immergé	1987	2024	2105.5	
4		1949	1989.5	2071.5	
5	Humide	1650	1771	1805.5	14 jours
6		1535.5	1690	1730.5	
7	immergé	1624	1743	1815	
8		1821	1827	1902	
9	Humide	1741	1823.5	1858	28 jours
10		1737.5	1791	1832	
11	immergé	1701.5	1779	1840	
12	immergé	1697.5	1739	1805	

Tableau V 04: la masse volumique et la résistance de compression du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (compression) (MPa)	durée
1	Humide	1934.5	1.934	4.768	03 jours
2		2027	2.027	6.33	
3	immergé	2105.5	2.105	6.26	
4		2071.5	2.071	5.11	
5	Humide	1805.5	1.805	4.223	14 jours
6		1730.5	1.730	3.462	
7	immergé	1815	1.815	4.305	
8		1902	1.902	4.202	
9	Humide	1858	1.858	4.775	28 jours
10		1832	1.832	4.194	
11	immergé	1840	1.840	4.699	
12		1805	1.805	3.746	

Amélioration des caractéristiques des hourdis en ajoutant des fibres de plastique recyclé

Annexes

Tableau 05 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le gâchage (g)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	1833	1903.5	1942.5	03 jours
2		1799	1913.5	1960.5	
3	immergé	1805	1923.5	1980.5	
4		1801	1926	2011.5	
5	Humide	1722.5	1860.5	1907	14 jours
6		1594.5	1813	1845.5	
7	immergé	1741	1860	1937	
8		1655	1810	1896	
9	Humide	1814.5	1890	1935	28 jours
10		1711	1761.5	1805	
11	immergé	1851	1824.5	1908	
12		1847.5	1881	1969	

Tableau 06: la masse volumique et la résistance de compression du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (compression) (MPa)	durée
1	Humide	1942.5	1.942	5.68	03 jours
2		1960.5	1.960	3.877	
3	immergé	1980.5	1.980	4.029	
4		2011.5	2.011	3.690	
5	Humide	1907	1.907	4.55	14 jours
6		1845.5	1.845	4.84	
7	immergé	1937	1.937	3.62	
8		1896	1.896	4.17	
9	Humide	1935	1.935	5.536	28 jours
10		1805	1.805	4.278	
11	immergé	1908	1.908	4.69	
12		1969	1.969	3.607	

Annexes

Tableau 07 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le gâchage (g)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	1911.5	2069.5	2123.5	03 jours
2		1876.5	2034	2082.5	
3	immergé	1878	2110	2165.5	
4		1820	2084.5	2154	
5	Humide	1789	1869	1909	14 jours
6		1820	1876.5	1920	
7	immergé	1689.5	1811.5	1880	
8		1748.5	1776.5	1847	
9	Humide	1818.5	1902.5	1953	28 jours
10		1626.5	1785.5	1825	
11	immergé	1868	1873	1942	
12		1794	1853	1938	

Tableau 08: la masse volumique et la résistance de compression du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (compression) (MPa)	urée
1	Humide	2123.5	2.123	8.486	03 jours
2		2082.5	2.082	9.247	
3	immergé	2165.5	2.165	8.798	
4		2154	2.154	7.408	
5	Humide	1909	1.909	4.87	14 jours
6		1920	1.920	5.97	
7	immergé	1880	1.880	4.54	
8		1847	1.847	3.255	
9	Humide	1953	1.953	6.033	28 jours
10		1825	1.825	4.589	
11	immergé	1942	1.942	5.183	
12		1938	1.938	4.596	

○

Annexes

○ Annexe B : Flexion « Eprouvette 4x4x16cm³ »

Tableau 01 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	432	442	07 jours
2		443	455	
3	immergé	401	415	
4		430	442	
5	Humide	408	420	14 jours
6		428	453	
7	immergé	404	421	
8		421	437	
9	Humide	428	448	28 jours
10		437	447	
11	immergé	450	460	
12		419	430	

Tableau 2: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 07 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	442	1.72	0.247	07 jours
2		455	1.77	0.401	
3	immergé	415	1.62	0.22	
4		442	1.72	0.332	

Annexes

Tableau 3: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 14 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	420	1.64	0.29	14 jours
2		453	1.77	0.241	
3	immergé	421	1.64	0.079	
4		437	1.70	0.221	

Tableau 4: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 28 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (Mpa)	durée
1	Humide	448	1.75	0.044	28 jours
2		447	1.74	0.026	
3	immergé	460	1.79	0.041	
4		430	1.78	0.028	

Annexes

Tableau 5: les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 10x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le démoulage	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	durée
		(g)	(g)	
1	Humide	432	442	07 jours
2		443	455	
3	immergé	401	415	
4		430	442	
5	Humide	408	420	14 jours
6		428	453	
7	immergé	404	421	
8		421	437	
9	Humide	428	448	28 jours
10		437	447	
11	immergé	450	460	
12		419	430	

Tableau.6: les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le démoulage	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	durée
		(g)	(g)	
1	Humide	478	489.5	07 jours
2		469	496	
3	immergé	491	514	
4		518	538	
5	Humide	469	496	14 jours
6		475	494	
7	immergé	516	541	
8		496	504	
9	Humide	489	504	28 jours
10		481	492	
11	immergé	518	544	
12		500	526	

Annexes

Tableau .7: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 07 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	489.5	1.91	0.017	07 jours
2		496	1.93	0.017	
3	immergé	514	2.00	0.020	
4		538	2.10	0.027	

Tableau 8: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 14 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	496	1.93	0.049	14 jours
2		494	1.92	0.046	
3	immergé	541	2.11	0.056	
4		504	1.96	0.057	

Tableau9: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 28 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 15% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (Mpa)	durée
1	Humide	504	1.968	0.235	28 jours
2		492	1.921	0.223	
3	immergé	526	2.054	0.132	
4					

Annexes

Tableau 10 : les poids des éprouvettes du béton hourdis en fonction du dosage en plastique

Recyclé 10% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	durée
1	Humide	562	576	07 jours
2		538	547.5	
3	immergé	540	553	
4		516	528.5	
5	Humide	529	542	14 jours
6		553	565	
7	immergé	558	571	
8		529	560	
9	Humide	535	550	28 jours
10		425	545	
11	immergé	533	556	
12		522	543	

Tableau 11: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 07 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	576	2.25	0.048	07 jours
2		547.5	2.14	0.039	
3	immergé	553	2.16	0.034	
4		528.5	2.06	0.036	

Annexes

Tableau.12: la masse volumique et la résistance de flexion du béton hourdis à 14 jours en fonction du dosage en plastique recyclé 10% de maille 3x3 mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à l'écrasement (flexion) (MPa)	durée
1	Humide	542	2.11	0.061	14 jours
2		565	2.20	0.085	
3	immergé	571	2.23	0.073	
4		560	2.18	0.057	

Tableau .13 : masse volumique et la résistance à la flexion à 07 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 3x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (MPa)	durée
1	Humide	580	2.26	0.045	07 jours
2		571.5	2.23	0.050	
3	immergé	580.5	2.26	0.061	
4		524.5	2.04	0.032	

Tableau 14 : la masse volumique et la résistance à flexion à 14 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 3x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(Mpa)	
1	Humide	473	1.84	0.095	14 jours
2		554	2.16	0.076	
3	immergé	584	2.28	0.084	
4		560	2.18	0.077	

Tableau 15 : donnant la masse volumique et la résistance à flexion à 28 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 3x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(Mpa)	
1	Humide	563	2.199	0.620	28 jours
2		591	2.308	0.715	
3	immergé	618	2.414	0.851	
4		561	2.191	0.444	

Tableau 16 : la masse volumique et la résistance à la flexion à 07 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(Mpa)	
1	Humide	556	2.17	0.691	07 jours
2		552	2.15	0.675	
3	immergé	574	2.24	0.750	
4		562	2.20	0.393	

Annexes

Tableau 17 : la masse volumique et la résistance à flexion à 14 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 10x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(MPa)	
1	Humide	516	2.01	0.063	14 jours
2		540	2.10	0.067	
3	immergé	574	2.24	0.066	
4		573	2.23	0.073	

Tableau 18 : la masse volumique et la résistance à flexion à 28 jours avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 10x3mm².

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(MPa)	
1	Humide	526	2.054	0.056	28 jours
2		522	2.039		
3	immergé	561.5	2.193	0.051	
4		557	2.175	0.067	

Tableau 19 : la masse volumique et la résistance à flexion à 07 jours sans adjuvant.

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique Réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(MPa)	
1	Humide	609	2.37	0.105	à 7 jours
2		631	2.46	0.074	
3	immergé	590	2.30	0.067	
4		580	2.26	0.064	

Tableau 20 : la masse volumique et la résistance à flexion à 14 jours sans adjuvant.

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement	Masse volumique réelle	Résistance à la flexion	durée
		(g)	(g/c m ³)	(MPa)	
1	Humide	590	2.304	0.113	14 jours
2		635	2.48	0.125	
3	immergé	624	2.437	0.096	
4		620	2.241		

Annexes

Tableau 21 : la masse volumique et la résistance à la flexion à 28 jours sans adjuvant.

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique Réelle (g/c m ³)	Résistance à la flexion (Mpa)	durée
1	Humide	644	2.515	1.169	28 jours
2		605	2.363	1.076	
3	immergé	613	2.394	1.027	
4		622	2.429	0.681	

Tableau 22 : les pertes de masse des éprouvettes avec adjuvant plastique recyclé de 5% maille 3x3mm²

N° éprouvette	Type d'immersion	Poids de l'éprouvette Avant l'écrasement (g)	Masse volumique (g/cm ³)	Poids de l'éprouvette après le démoulage (g)	Masse volumique (g/cm ³)	Perte de masse volumique (%)	durée
1	Humide	2227.5	2.227	2179	2.179	4.8	03 jours
2		2197	2.197	2159.5	2.159	3.7	
3	immergé	2233	2.233	2167.5	2.167	6.5	
4		2166	2.166	2117	2.117	4.9	
5	Humide	2053	2.053	2008	2.008	4.5	14 jours
6		2179	2.179	2127	2.127	5.2	
7	immergé	2137.5	2.137	2078	2.078	5.9	
8		2209	2.209	2157	2.157	5.2	
9	Humide	2180	2.180	2112	2.112	6.8	28 jours
10		2196	2.196	2156	2.156	4	
11	immergé	2142	2.142	2065.5	2.065	7.6	
12		2150	2.150	2112	2.112	3.8	

Références Bibliographiques

[1]SEAC : Planchers hourdis les principes fondamentaux, le livre : choix et technique édition N°7, SEAC fabriquée les planchers et l'hourdis en béton2011.

[2]PLACO :le guide polystyrène, solution et mis en œuvre pour sol et plancher

[3] ECHO : Partenaire en solution de plancher, de l'avant-projeta la réalisation,spécialiste de la fabrication des planchers précontraint (lourd) 2001.

[4] RECTOR:Plancher rector light,mieux construire ensemble, 1953 Mulhouse.

[5] United nations environment program,2014.

[6] Catherine deSilguy :« Histoire des hommes et de leurs ordures, Paris, 2009, p244.

[7]Mens : Une vision incisive et éducative sur l'environnement approche didactique et scientifique, 2001, P(6,8).

[8]Plan wallon des déchets, 2010, P426.

[9]M. Reyne :« Les plastiques : polymères, transformations et applications »1999, Hermès, Paris.

[10]M. Maes :« Déchets industriels : mode d'emploi , Paris (1986).

[11]P. Gautron. « Plastiques : valorisation et recyclage des déchets », 1993, techniques de l'Ingénieur, A3830.

[12]Ir. F. Monfort-Windels : « Recyclage des produits manufacturés : le recyclage mécanique des polymères », 1997, Européen journal of mechanical and environmental engineering, vol 42, pp32-40.

[13]H. Bockhorn, J.Hentschel, A. Hornung &U. Hornung:« Environmental engineering; stepwise pyrolysis of plastic waste », Chemical Engineering science, 1999,vol54, pp. 3043-3051

[14] Nadia DORBAN:Mémoire de fin d'études, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 2010,p5.

[15] Cours en ligne : les avantages du recyclage, protection de l'environnement Disponible sur le site web. (<http://www.reflexe-sagex.ch/pages/avantages.html>)

[16] 2 CRDP, 2013, Toulouse.

[17] Plinskin. L : "La fabrication du ciment", edition eyrolles, 1993, Paris, p 217.

[18]EN 12390-2 : Européen norme de béton a l'état frais réalise en laboratoire.

[19]EN 12350-2 :Européen norme de affaissement au cône d'abrams.

[20] EN 12390-3 : Européen norme de la résistance à la compression.

[21] EN 12390-5 : Européen norme de résistance à la flexion.

[22] EN 1097-6 : Européen norme de degré d'absorption d'eau.

[23] EN 1097-6 : Européen norme de la porosité.

[24] EN 1097-6 : Européen norme de l'indice des vides

[25] Manufacture of concrete kerbs and floor blocks with recycled aggregate from C& D W
Construction and building materials EPS engineering department construction
University of Oviedo de Gijón ,33203.spain.

[26] Experimental study on shear strength of beam and block floors .Carlos Ribas& Antoni
Department of physics, university of balearic islands (UIB) ctra.vallemossa 7.5, 07122 Palma
Spain (2013).

[27] Overview of testing methodologies for thermally improved hollow core Concrete blocks
C. Caruana, C. Grimab, C. Yousifa, *, S. Buhagiarc, R. Curmiba Institute for Sustainable
Energy, University of Malta, Barrakki Street, Marsaxlokk, MXK1531, Malta .Galea Curmi
Engineering Services Ltd., Mican Court No.5, J.F. Kenedy Square, Victoria, Gozo, VCT 25.