

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaia

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

En : Génie Civil

Spécialité : Structure

Par : GHRIGA GHANIA

OULAD SAID NIHAD

Sujet

Étude physico-mécanique d'un mortier à base de sable de carrière et déchets industrielles (déchets de brique et déchets de plastique PET)

le jury composé de :

AZOUZ Fatima zohra	M.A.A Univ.Ghardaia	President
Mr.AMIEUR Abdenacer	M.C.B Univ.Ghardaia	Examineur
Mr.SAITI Issam	M.A.A Univ.Ghardaia	Encadrant

Année Universitaire : 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Notre premier remerciement va à Allah Azza wa Jalla.

Nous remercions vivement notre encadreur

Mr .Saiti Issam

Pour sa disponibilité contribution générale à L'élaboration de ce travail.

Nous remercions également toute l'équipe du laboratoire de travaux publique
sud, Ghardaïa

Nous souhaiterons également remercier nos professeurs de la faculté de la
Science et technologie pour tout le savoir qu'il nous a donné Merci à tous ceux
qui, de près ou de loin

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chères parentes

A mes frères :rafik ,abdallah

À ma grande famille : Ouladsaid

À tous mes camarades de la promotion 2022

À tous ceux qui nous aiment.

Nihad

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chères parentes

A mes frères : khalil ,safa ,mounir ,fatima

A tout la famille :ghriga

À tous les étudiants de génie civil

À tous ceux qui me sont cher(e)s.

Ghania

Table Des Matières

Dédicace.....	II
Remerciements.....	III
Table des Matières.....	V
Liste des Figures.....	VIII
Liste des Tableaux.....	X
Résumé.....	XI
Introduction Général.....	1

Chapitre I : Revue Sur La Documentation

Introduction.....	4
1er parties: Généralité sur Les mortiers.....	4
I.1 Introduction.....	4
I.1. Les mortiers.....	5
I.1.1. Historique.....	5
I.1.2. Définition.....	5
I.1.3. Constituants des mortiers.....	6
I.1.3.1. Le Liant.....	6
I.1.3.2. Le sable.....	8
I.1.3.2.1.sable carrière.....	8
I.1.3.2.2. utilisation des sables de concassage dans le béton.....	8
I.1.3. 3.L'eau de gâchage.....	8
I.1.3. 4.Les adjuvants.....	8
I.1.3.5. Les ajout.....	9
I.1.4.Le rôle d'utilisation de mortier.....	9
I.1.5.Différents types des mortiers.....	10
I.1.5.1. Les mortiers de ciment.....	10
I.1.4.2.Les mortiers de chaux.....	10
I.1.4.3.Les mortiers bâtards.....	10
I.1.4.4. Mortier réfractaire.....	11
I.1.4.5.Mortier rapide.....	11
I.1.4.6.Mortier industriel.....	11
I.1.5.Classification des mortiers.....	11
I.1.6.Caractéristiques des mortiers.....	12
I.1.7.Les propriétés physicomécaniques des mortiers.....	12
I.1.7.1.La masse volumique.....	12
I.1.7.2.Absorption d'eau.....	12
I.1.7.3.Résistances mécanique.....	13
I.1.8.Préparation des mortiers.....	14
I.1.9.Emplois des mortiers.....	15
I.1.9.1 Le hourdage de maçonnerie.....	15
I.1.9.2.Les enduits.....	15
I.1.9.3.Les chapes.....	16
I.1.9.4.Les scellements et les calages.....	16
Conclusion.....	17
2ème parties : Valorisation des déchets en génie civil.....	18
I.2.Introduction.....	18
I.2.1.Généralités sur les déchets.....	18
I.2.1. 1. Le déchet.....	18
I.2.1. 2.Origine de la production des déchets.....	18
I.2.1. 3. Différent type des déchets.....	19
I.2.1. 4.la Valorisation des déchets.....	21
I.2.1. 5. L'intérêt de la valorisation.....	22

I.2.1. 6. Utilisation des déchets et sous-produits dans le domaine du génie civil.....	22
I.3.Déchets de plastiques (PET)	22
I.3.1.Définition des PET.....	23
I.3.2.Origine des déchets plastiques.....	23
I.3.2.1.Déchets automobiles.....	23
I.3.2.2.Déchets de l'industrie des chaussures et pneu usagé.....	24
I.3.2.3.Déchets de constructions et bâtiments.....	24
I.3.2.4.Déchets de l'agriculture.....	25
I.3.2.5.Déchets d'emballages.....	25
I.3.3.Type des PET	26
I.3.3.Valorisation des déchets de pet.....	27
I.3.4.Propriétés Physico-chimiques du PET	27
I.4.Déchets de Brique.....	27
I.4.1.Définition de déchets de brique.....	28
I.4.2.Types de brique :	28
I.4.3Les caractéristiques physico-chimiques de la brique.....	29
I.4.4.Valorisation des déchets de la brique	29
I.4.5.Réutilisation.....	29
I.4.6.Recyclage.....	29
Conclusion.....	30

CHAPITRE II : Caractérisation des matières premières et techniques expérimentales

II.1 Introduction	32
II.2 Matériaux utilisés.....	32
II.2.1 Caractérisation des matières utilisées.....	32
II.2.2 Caractéristiques physiques du sable utilisé.....	33
II.2.2.1 Masse spécifique (absolue) : NF P 18-555.....	33
II.2.2.2 But de l'essai.....	33
II.2.2.3 Mode opératoire.....	33
II.2.3.1 Masse volumique apparente : NF P 18-554.....	34
II.2.3.2 But de l'essai.....	34
II.2.3.3 Mode opératoire.....	34
II.2.4.1 Equivalent de sable : NF P 18-59.....	35
II.2.4.2 Le but d'essai.....	35
II.2.4.3 Mode opératoire.....	35
II.2.5.1 Analyse granulométrique : NF P 18-304. NF P 18-560.....	38
II.2.5.2 Mode opératoire.....	39
II.3 Caractéristiques chimique du sable.....	41
II.3.1 Ciment.....	42
II.3.2 Eau de gâchage.....	43
II.3.3 L'adjuvant.....	44
II.3.4 Caractéristiques de l'adjuvant.....	44
II.3.5 Déchet De Brique.....	44
II.4 La méthode que nous avons utilisée pour le recyclage le déchet de brique.....	44
II.4.1 A .Le processus de collecte des déchets de briques.....	45
II.4.2 B . Processus de concassage de brique.....	46
II.4.3 c. processus de broyage de briques par la machine micro-Duval.....	47
II.4.4 La masse volumique de déchet de brique.....	47
II.4.4.1 Analyse granulométrique NFP 94-056.....	48
II.4.4.3 Analyse chimique de déchet de brique [EN P 15 – 461]	48
II.4.4.4 Détermination de la masse volumique apparentes et la masse volumique absolus.....	49
II.5 Composition de mortiers.....	50
II.5.1 Composition du mortier témoin.....	50

II.5.2 Composition du mortier avec déchet de brique.....	50
II.5.3 Composition du mortier avec déchet de plastique PET.....	50
II.5.4 Composition du mortier avec déchet de brique et déchet de plastique PET.....	51
II.6 Préparation du mortier.....	52
II.6.1 Pesage des composants du mortier.....	52
II.6.2 Malaxage des composants du mortier.....	52
II.6.3 Coulage des éprouvettes.....	53
II.6.4 Démoulage et conservation des éprouvettes.....	55
II.6.5.1 Les essais réalisés.....	56
II.6.5.2 Essai physique.....	56
II.6.5.3 Essais mécaniques.....	58
II.7 Conclusion.....	60

CHAPITRE III: Discussion et résultats expérimentaux

III.1 Introduction.....	62
III.2 Les propriétés physiques.....	62
III.2.1 le résultat de la masse volumique sèche.....	62
III.2.2 Le résultat de d'absorption d'eau par capillarité.....	64
III.3 Les propriétés mécanique.....	67
III.3.1 Le résultat de Résistances à la traction par flexion.....	67
III.3.2 Le résultat de Résistances à la Compression.....	68
Conclusion générale.....	71
Référence bibliographie.....	73
Annexe.....	76

Liste des figures

Figure.I. 1: Constituants des mortiers.....	4
Figure.I. 2: Mortier.	5
Figure.I. 3: Constituants des mortiers.....	6
Figure.I. 4: Différents types d'additifs dans le mortier	9
Figure.I. 5: Dispositif de rupture en compression	13
Figure.I. 6: Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion	14
Figure.I. 7: Pose de mortier de hourdage.....	15
Figure.I. 8: Enduits isolants et enduits de façade.	16
Figure.I. 9: Les chapes fluides et chape ciment.....	16
Figure.I. 10: Les scellements.....	17
Figure.I. 11: Différents types de déchets.....	20
Figure.I. 12: Des Bouteilles en PET	23
Figuer.II. 1: Essai d'équivalent de sable.....	37
Figuer.II. 2: La courbe granulométrique du sable utilisé	41
Figuer.II. 3: Emballage CPA CEM I/42.5	42
Figuer.II. 4: La courbe granulométrique du Brique utilisé.....	47
Figuer.II. 5: Le graphe de sédimentométrie de déchet de brique utilisé	48

Liste des photos

Photo.I. 1: Moule pour moulage des éprouvettes de mortier	13
Photo.I. 2: PET agrégats fins et PET agrégats grossiers	26
Photo.II. 1: Le sable utilise.....	32
Photo.II. 2: Essai de détermination de la masse volumique absolue.....	33
Photo.II. 3: Essai de détermination de la masse volumique apparente a LTPS	35
Photo.II. 4: .Agitateurmécanique a LTPS	36
Photo.II. 5: Reposde20min pour les éprouvettes.....	36
Photo.II. 6 : Essai d'équivalent de sable a LTPS.....	38
Photo.II. 7: Les tamis.....	40
Photo.II. 8: Ciment CPA CEM I/42.5	42
Photo.II. 9: Poudre du brique utilisée dans cette recherche.....	44
Photo.II. 10: Déchet de brique.....	45
Photo.II. 11: . La machine de concasseur des briques.....	45
Photo.II. 12 : Les granulons des briques que nous obtenus De la machine concasseur	45
Photo.II. 13: Poudre de brique après le tamisage	46
Photo.II. 14: Granulés de brique dans le Moule de la machine de Micro Duval avec granulés de fer.....	46
Photo.II. 15: La Machine Micro Duval	46
Photo.II. 16 : PET utilisée	49
Photo.II. 17 : Pesage des composants du mortier	52
Photo.II. 18: Malaxeur électrique utilisée dans la fabrication du mortier [Labo Béton –LTPS] ..	53
Photo.II. 19 : . Moule (4 x 4 x 16) cm	53
Photo.II. 20: Lubrification des moules	54
Photo.II. 21: Remplir le moule et le mettre dans l'appareil à chocs.....	54
Photo.II. 22: Démoulage des éprouvettes.....	55
Photo.II. 23: . Nommer les éprouvettes pour conserver dans la chambre humide	55
Photo.II. 24: Chambre humide a LTPS	56
Photo.II. 25: Essai d'absorption d'eau par capillarité	57
Photo.II. 26: Dispositif de l'essai mécanique de rupture par flexion	58
Photo.II. 27: composition d'un mortier trouves dans notre mortier	59
Photo.II. 28: Dispositif de l'essai mécanique de Compression	60
Photo.II. 29: Essai de compression réalisé sur les éprouvettes (4 x 4 x 16) cm.....	60

Liste des tableaux

Tableau. I.1: Dosages des mortiers.....	14
Tableau.II.1Masse volumique absolue du sable.....	34
Tableau.II.2Masse volumique apparente du sable.....	35
Tableau.II.3.Les résultats d'équivalent du sable.....	38
Tableau.II.4. Les résultats d'analyse granulométrique du sable utilisée.....	40
Tableau.II.5.Analyse chimique du sable.....	41
Tableau.II.6 Composition chimique de l'eau de gâchage.....	42
Tableau.II.7Masse volumique du brique.....	47
Tableau.II.8 Les résultats d'analyse granulométrique du brique utilisée.....	47
Tableau.II.9 Analyse chimique de déchet de brique.....	48
Tableau.II.10.Masse volumique du PET.....	49
Tableau. II .11. La composition optimal du mortier de témoin.....	50
Tableau.II.12.Compositions des mortiers pour pourcentages de déchet de brique.....	50
Tableau.II.13.Compositions des mortiers pour pourcentages de déchet de brique.....	50
Tableau.II.14.Compositionsdesmortiers pour pourcentages brique 5%.....	51
Tableau.II.15.Compositionsdesmortiers pour pourcentages brique 10%.....	51
Tableau.II.16.Compositionsdesmortiers pour pourcentages brique 15%.....	51

Liste des Graphes

Graphe.III. 1: Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage déchet de brique.....	62
Graphe.III. 2: .Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage de PET ..	63
Graphe.III. 3: Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage de.....	63
Graphe.III. 4: Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de déchet de brique .	64
Graphe.III. 5: . Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de PET .	60
Graphe.III. 6: Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de déchet de brique et PET .	66
Graphe.III. 7: Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de déchets de briques.	67
Graphe.III. 8: Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de PET	68
Graphe.III. 9: Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de déchet de brique et PET	68
Graphe.III. 10: Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de déchets de briques.....	69
Graphe.III. 11: Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de PET	70
Graphe.III. 12: Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de déchet de brique et PET.....	71

Résumé

Les déchets de briques et de plastiques sont considérés comme l'une des alternatives les plus importantes au ciment à une époque où les chercheurs se sont précipités pour développer des matériaux de construction pour trouver des matériaux adaptés au domaine d'utilisation et à moindre coût grâce à leurs propriétés mécaniques et physiques.

L'objectif principal à travers cette étude est de suivre l'effet combiné de la brique et des déchets plastiques sur le comportement du mortier en les exploitant et en les utilisant comme alternatives pouvant contribuer à surmonter les déficiences des composants du mortier et à améliorer ses propriétés mécaniques et physiques.

Dans cette recherche, le sable est remplacé par des morceaux de plastique 5%, 10%, 15%, 20% et le ciment est remplacé par des déchets de briques à différentes proportions 5%, 10%, 15%

Pour mener à bien cette étude, de nombreux essais ont été réalisés sur différentes compositions, et les résultats ont montré que l'utilisation de briques de rebut dans le mortier nous confère de bonnes propriétés physiques et mécaniques.

Lorsque le PET est utilisé dans le mortier, il améliore certaines propriétés telles que la légèreté et nous donne une résistance acceptable, et il peut être classé comme un coulis léger.

Mots clés : mortier, propriétés mécaniques et physiques, déchets, sable

ملخص

تعتبر نفايات الطوب والبلاستيك من أهم البدائل بالنسبة للإسمنت في الوقت الذي سارع فيه الباحثون لتطوير مواد بناء لإيجاد مواد تتناسب مع مجال الاستعمال وتكلفة أقل بفضل خصائصها الميكانيكية و الفيزيائية

الهدف الرئيسي من خلال هذه الدراسة هو متابعة التأثير المشترك لمخلفات الطوب و البلاستيك على سلوك الملاط باستغلالهم و استعمالهم كبديل يمكن ان تساهم في تجاوز نقائص مكونات الملاط وتحسين خصائصه الميكانيكية و الفيزيائية

في هذا البحث يتم استبدال الرمل بقطع البلاستيك 5%، 10%، 15%، 20% واستبدال الإسمنت بمخلفات الطوب بنسب مختلفة 5%، 10%، 15%

لاجراء هذه الدراسة تم اجراء العديد من الاختبارات على تركيبات مختلفة و أظهرت النتائج أن استخدام نفايات الطوب في الملاط يعطينا خصائص فيزيائية و ميكانيكية جيدة

و عند استخدام البولي إيثيلين تيرفتالات في الملاط ، فإنه يحسن بعض الخصائص مثل الخفة وأعطانا مقاومة مقبولة ،ويمكن تصنيفها على أنها ملاط خفيف

الكلمات المفتاحية : الملاط ، الخصائص الميكانيكية و الفيزيائية ، المخلفات ، الرمل

INTRODUCTION GENERALE

L'évolution des recherches et de la technique, avec les exigences en termes de protection de l'environnement de plus en plus contraignantes ainsi que la révision des repères économiques inspirés du développement durable font que le recyclage et la valorisation de sous-produits industriels constituent désormais un souci qui s'impose de plus en plus Dans le monde entier.

Toute activité de production où de consommation génère des déchets, qui sont souvent associés à la détérioration de notre environnement et a de multiples risques pour la santé humaine.

L'industrie en Algérie a une part de responsabilité majeure dans la pollution globale du pays, notamment l'industrie pétrochimique, chimique, métallurgique et de traitement des minerais.

Certes, l'industrie de production reste un moteur essentiel de la croissance économique et de la compétitivité, mais il est également reconnu qu'une réduction de la pollution et l'utilisation rationnelle des ressources et de l'énergie, constituent des impératifs de développement durable et rendent fréquemment les coûts unitaires des produits moins élevés.

L'objectif principal de cette étude est l'évaluation empirique de l'effet et Effets des briques et déchets plastiques à sable carrière 0/3 provenant de la carrière de Ben Hamouda située dans la zone de Metlili dans l'état de Ghardaïa sur les propriétés physico-mécaniques et la durabilité du béton.

Nous avons eu l'occasion de fait les essais expérimentaux d'étude dans le cadre de stage pratique durant 30 jours au sein de laboratoire des travaux publique sud, Ghardaïa.

Pour atteindre cet objectif, notre étude a été scindée en trois chapitres :

Premier chapitre : « Revue sur la documentation », Nous présentons tous les éléments bibliographiques et la revue sur la documentation recueillis des travaux de chercheurs qui sont utile dans l'analyse du comportement des matériaux à élaborer dans cette recherche regroupant en général la valorisation des déchets plastique et l'activité de recyclage en construction.

Deuxième chapitre : « Caractérisation des matières premières et techniques expérimentales », constitue une description des techniques expérimentales utilisées et la caractérisation des matières premières.

Le troisième chapitre : « Discussion et résultats expérimentaux », été consacré à l'analyse et discussion des résultats expérimentaux relatifs au comportement physicomécanique du béton de sable carrière et les déchets brique et plastiques.

Enfin, et sur la base des résultats obtenus, une conclusion générale et des perspectives pour les recherches à venir sont présentées.

CHAPITRE I :
REVUE SUR LA DOCUMENTATION

Introduction:

Ce chapitre présente une compilation bibliographique des connaissances sur les principales propriétés concernant les propriétés des mortiers comprenant des déchets industriels (plastiques et briques).

- La première partie : s'attache à expliquer l'importance du mortier et ses usages dans le domaine de la construction.
- Deuxième partie : Il parle du recyclage des déchets industriels et de son inscription dans le domaine du génie civil.

1er partie : Généralité sur Les mortiers**I.1. Introduction:**

Les mortiers et les bétons ont connu un essor important ces dernières années en Algérie dans de divers domaines sa savoir:

bâtiments, ouvrages d'arts, constructions spéciales,... Composés essentiellement à partir de liants hydrauliques, ce sont des systèmes rendus complexes par l'incorporation de nombreux adjuvants, sous-produits et déchets issus des industries de fabrication des matériaux de construction, dont les effets, bénéfiques et parfois antagonistes ne sont pas encore totalement compris [1].

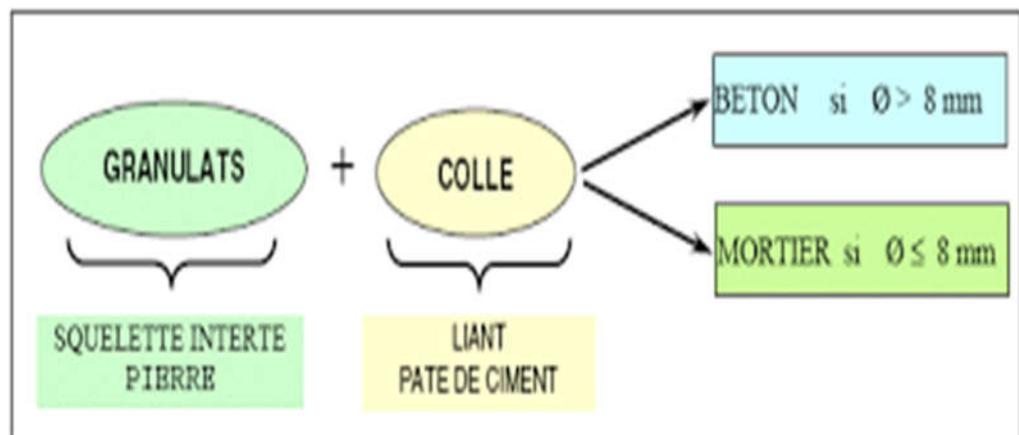


Figure.I.1.Constituants des mortiers

I.1. Les mortiers :

I.1.1. HISTORIQUE :

L'histoire du mortier remonte à l'Antiquité et est intimement liée celle de la chaux. Le mortier romain avait des proportions de chaux et de sable fin. La présence de la chaux et la carbonatation permettaient à ce mortier de durcir en vieillissant, lui conférant sa pérennité. Les Romains ont mis aussi au point le mortier de tuileau, un mélange de chaux et de fragments de briques ou tuiles et parfois de sable. En argile cuite, le tuileau agissait dans la prise du mortier . [2]

I.1.2. Définition:

Le mortier est l'un des matériaux de construction que l'on utilise pour solidariser les éléments entre eux, assurer la stabilité de l'ouvrage, combler les interstices entre les blocs de construction. En général le mortier est le résultat d'un mélange de sable, d'un liant (ciment ou chaux) et d'eau dans des proportions données, différent selon les réalisations d'adjuvant .[3]



Figure.I.2.Mortier.

I.1.3. Constituants des mortiers:

Les mortiers sont constitués par des mélanges de :

(liant + sable) + Eau = mortier

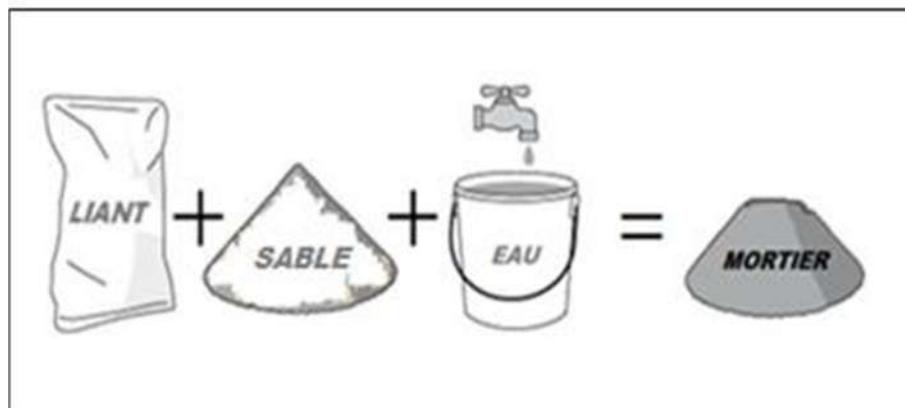


Figure. I.3. Constituants des mortiers

I.1.3.1. Le Liant:

On utilise généralement des liants hydrauliques qui peuvent être le ciment, cette dernière est une matière pulvérulente à base de silicate et d'aluminate, et de la chaux obtenue par la cuisson.

Généralement, on peut utiliser: [4]

- *Les ciments normalisés (grisou blanc).
- *Les ciments spéciaux (alumineux fondu, prompt,...).
- *Les liant maçonner.
- *Les chaux hydrauliques naturelles.
- *Les chaux éteintes.

I.1.3.2. Le sable:

Par sables on entend tous granulats 0/D conformes aux définitions des normes NF P 18-101 et NF P 18-301. Il s'agit soit d'un sable naturel alluvionnaire ou de ballastière, soit d'un sable de carrière issu du concassage d'une roche massive ou détritique. Aucun critère granulaire n'est a priori exigible pour réaliser un béton de sable : on peut utiliser aussi bien un sable fin même (holométrique, type sable de dune) qu'un sable alluvionnaire moyen ou grossier ou de type (0/D) de concassage. La seule restriction d'emploi des sables réside dans leur propreté.

Même si des études ont été faites sur les sables- pollués, aucune application n'a été réalisée avec ces sables. Les sables riches en fines naturelles nécessitent généralement beaucoup plus d'eau de gâchage, ce qui entraîne une chute de la résistance. Mais il est plus prudent à ce stade de se limiter à l'utilisation des sables propres tels qu'ils sont employés pour les bétons classiques. [5]

➤ Classification des sables selon leurs provenances Selon leurs provenances, les sables peuvent être classés comme suit : [5]

- **Sable de rivière** : il est obtenu par dragage des lits des cours d'eau. Il doit être dur et propre pour qu'on puisse l'utiliser dans les bétons.
- **Sable de mer** : il provient des côtes de la mer. Pour l'utiliser dans les bétons, il faut qu'il ne soit pas trop fin et qu'il soit lavé de son sel.
- **Sable de carrière** : Il contient souvent de l'argile qui enrobe les grains et les empêche d'adhérer aux liants. Il est donc à proscrire.
- **Sable artificiel** : il est obtenu par concassage des roches (calcaires durs, gré...). Il est souvent plein de filler. Pour qu'il soit utilisable dans les bétons, il faut limiter le pourcentage des fines.
- **Sable de dune** : c'est une variété des sables de mer. Il est donc très fin. Les sables de dune se trouvent dans les régions sud du pays. Ils sont situés en zone présaharienne. Les sables retenus sont ceux issus des dunes continentales. Ces dunes sont constituées des nombreux amas de sables fins accumulés dans certaines régions spécifiques du Sahara.

Le rôle du sable dans un mortier est : [6]

- * d'abaisser le prix de revient du mortier.
- * de diviser la masse du liant pour permettre la prise (liant aérien).
- * d'en diminuer le retrait et ses conséquences (les fissurations) du fait que le sable est incompressible que le retrait se trouve amoindri.

I.1.3.2.1.Sable de carrière:

Le sable de concassage résulte du découpage et broyage de grande pierre de carrière. Leurs formes sont souvent plus anguleuses avec des surfaces plus rugueuses que les granulats naturels, qui sont plus ronds avec des surfaces plus lisses.

Les propriétés globales du sable de concassage: la morphologie, la dureté, la densité, la Stabilité physique et chimique, ainsi que la couleur, dépendent de la source d'extraction.[7]

I.1.3.2.2.Utilisation des sables de concassage dans les bétons:

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'influence du taux de fillers des sables de concassage sur Grâce à des études antérieures L'objectif de ce type de béton de sable est d'étudier l'influence du taux de fillers des sables de concassage sur les propriétés mécaniques de bétons tout calcaires. Ces bétons ont été confectionnés avec les mêmes gravillons et le même sable provenant de la même production, afin d'éviter tout artéfact.

Il incombe aussi aux carriers d'orienter le mode d'élaboration de leurs granulats afin de proposer des sables concassés pour bétons, dérogeant éventuellement aux usages, voire aux limites imposées par les spécifications. [8].

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'influence du taux de fillers des sables de concassage sur

I.1.3. 3.L'eau de gâchage:

L'eau joue un rôle important, elle sert à hydrater le ciment, elle facilite aussi la mise en œuvre du béton ou du mortier, ainsi elle contribue à son ouvrabilité. L'eau doit être propre et ne pas contenir d'impuretés nuisibles (matières organiques, alcalis). L'eau potable convient toujours le gâchage à l'eau de mer est à éviter, surtout pour le béton armé. Les caractéristiques des eaux requises pour la confection des mortiers et des bétons sont précisées dans la norme NA-442. Les mortiers devraient contenir la quantité d'eau maximale compatible avec une ouvrabilité optimale [4].

I.1.3. 4.Les adjuvants :

Ils se présentent sous forme de liquide ou de poudre et sont additionnés en faible quantité (0,5 litre pour 35 kg de ciment utilisé) dans le mélange eau, sable et liant. Ils améliorent la résistance et ajoutent certaines propriétés au mortier.

Les différents types d'adjuvants que nous pouvons rencontrer sont :

- Les plastifiants qui permettent d'accroître l'homogénéité et l'élasticité du mortier
- Les fluidifiants qui favorisent l'humidification des grains de ciment
- Les colorants qui changent radicalement la couleur du mortier selon vos préférences

- Les entraîneurs d'air qui permettent d'augmenter la résistance au gel, aux intempéries et aux eaux agressives
- Les accélérateurs de prise qui entraînent l'hydratation rapide des grains de ciment. Ils sont à utiliser en temps froid pour accélérer la prise et assurer le durcissement complet du mortier.
- Les retardateurs de prise ayant l'effet contraire que l'accélérateur de prise. Ils sont à utiliser durant les temps exceptionnellement chauds et secs. Notons que l'ajout d'adjuvant lors de la fabrication du mortier n'est pas indispensable [9].

I.1.3.5. Les ajout :

Les ajouts que l'on utilise dans les mortiers sont: [10]

- ❖ Poudres fines pouzzolaniques (cendres, fumée de silice..);
- ❖ Fibres de différentes natures;
- ❖ Colorants (naturels ou synthétiques) ;
- ❖ Polymères ;



Les cendre volantes



les fibre végétale



Colorants synthétiques



Polymères de plastique

Figure.I.4. Différents types d'additifs dans le mortier

I.1.4. Le rôle d'utilisation de mortier:

la pâte plastique obtenue peut jouer plusieurs rôles essentiels : [11]

- Assurer la liaison, la cohésion des éléments de maçonnerie entre eux, c'est-à-dire la solidité de l'ouvrage, le rendre monolithique.
- protéger les constructions contre l'humidité due aux intempéries ou remontant du sol.

- Sous forme d'enduits aériens.
- Sous forme d'écrans étanches.
- Constituer des chapes d'usure, un pour dallages en béton.
- Devenir la matière première dans la fabrication de blocs manufacturés, carreaux, tuyaux et divers éléments moulés.
- Etre le constituant essentiel du béton.
- Consolide certains sols de fondations sous forme d'injection.

I.1.5. Différents types des mortiers:

Les mortiers se partagent en:

I.1.5.1. Les mortiers de ciment :

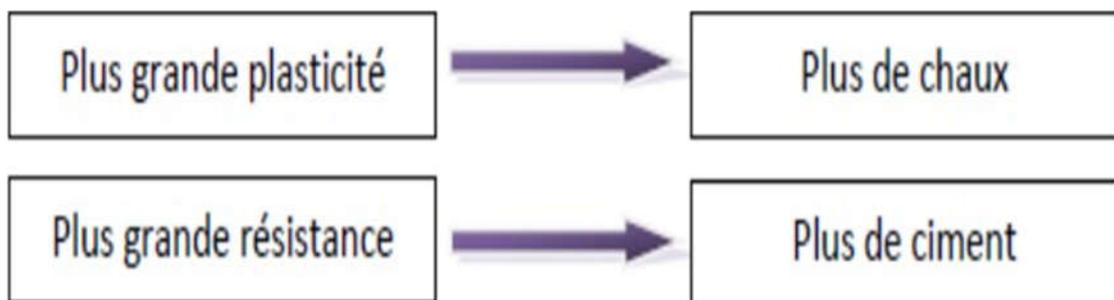
Les mortiers de ciments très résistants, il présente une meilleure résistance à la compression et sa prise plus rapide. En revanche, il est davantage sujet au retrait [6].

I.1.4.2. Les mortiers de chaux :

Les mortiers de chaux sont gras et onctueux. Ils durcissent de ciment, surtout lorsqu'il y a du calcaire [6].

I.1.4.3. Les mortiers bâtards:

Le mélange de ciment et de chaux permet d'obtenir conjointement les qualités de ces deux liants. Généralement, on utilise la chaux et le ciment par parties égales ; mais on mettra une quantité plus ou moins grande de l'un ou de l'autre suivant l'usage et la qualité recherchée.



Les sables utilisés sont généralement siliceux ou silico-calcaires ; leur granulométrie est de référence continue. Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants selon la caractéristique recherchée : plastifiants, entraîneurs d'air, retardateurs de prise, hydrofuges. L'incorporation de fibres de métalliques ou de polypropylène permet d'obtenir des mortiers présentant une cohésion supérieure et moins fissurés [12].

I.1.4.4. Mortier réfractaire :

Il est fabriqué avec du ciment fondu, qui résiste à des températures élevées. Il est utilisé pour la construction des cheminées et barbecues [13].

I.1.4.5. Mortier rapide:

Il est fabriqué avec du ciment prompt, il est rapide et résistant pour les scellements [13].

I.1.4.6. Mortier industriel:

Ce sont des mortiers que l'on fabrique à partir de constituants secs, bien sélectionnés, Conditionnés en sacs, prêts à l'emploi, contrôlés en usine et parfaitement réguliers. Pour utiliser ce type de mortier, il suffit de mettre la quantité d'eau nécessaire et malaxer pour ensuite les mettre en œuvre. Les fabricants de mortiers industriels proposent une gamme complète de produits répondant à tous les besoins [13].

- Mortiers pour enduits de couleur et d'aspect varié.
- Mortiers d'imperméabilisation.
- Mortier d'isolation thermique.
- Mortier de jointoiment.
- Mortier de ragréage.
- Mortier de scellement, mortier pour chapes.
- Mortier-colle pour carrelages, sur fond de plâtre ou de ciment ...
- Mortier de réparation .

I.1.5. Classification des mortiers

Selon leur domaine d'utilisation

Généralement les mortiers servent selon leur domaine d'application, et ce dernier qu'est très vaste et leurs domaines permet de citer les catégories suivantes[14]:

- Mortier de pose ;
- Mortier de joints;
- Mortier pour les crépis;
- Mortier pour le sol;
- Mortier pour les stucs ;
- Pierres artificielles ;
- Support pour les peintures murales ;
- Mortier d'injection;
- Mortier pour les mosaïques;

- Mortier de réparation pour pierres.

I.1.6. Caractéristiques des mortiers :

Elles sont nombreuses. A savoir : [15]

- Résister à l'écrasement en répartissant régulièrement les pressions;
- Être compact : pour éviter l'infiltration des eaux dans les ouvrages, et accroître la résistance mécanique;
- Être imperméable: pour obtenir un maximum d'étanchéité des joints de maçonnerie, et des enduits ;
- Adhérer aux matériaux: pour mieux transmettre les charges, ou créer un écran durable contre les intempéries;
- Conserver un volume constant pendant la prise et le durcissement pour éviter les tassement soules dislocations des ouvrage;
- Résister aux agents agressifs d'un Eamon sphère ou d'un sol pollués;
- Être ouvrable ,afin que l'exécutant puis sel mettre en place dans les meilleures conditions;
- Conserver toutes ses qualités, et notamment la permanence de la résistance. De quoi dépendront tous ces qualités des constituants:
 - De leur nature;
 - De leur dosage;

I.1.7. Les propriétés physicomécaniques des mortiers:

I.1.7.1. La masse volumique :

La masse volumique sèche d'une éprouvette donnée de mortier durci est déterminée par le quotient de sa masse à l'état sec en étuve par le volume qu'elle occupe lorsqu'elle est immergée dans l'eau, à l'état saturé [16].

I.1.7.2. Absorption d'eau:

La capacité d'absorption d'eau (CAE) des matériaux de constructions est leurs pouvoirs d'absorber et de retenir l'eau. elle se caractérise par la quantité d'eau absorbée par un matériau sec entièrement immergé dans l'eau et s'exprime en pourcentage de la masse (capacité d'absorption massique) ou du volume (capacité d'absorption volumique). Elle se calcule d'après la formule suivante:

$$CAE = (msat - msec / msec) * 100\%$$

Où :

msat : la masse du matériau saturé d'eau sec : la masse du matériau sec

La CAE varie principalement en fonction du volume des pores, de leurs types et de leurs dimensions. Elle est aussi influencée par la nature de la substance et son pouvoir hydrophile.

La CAE des mortiers de finissage à agrégats en sable de quartz, pas plus de 8 % ; et celle des mortiers à agrégats en roches de 12 % au maximum [17].

I.1.7.3.Résistances mécanique :

Les essais sont souvent effectués sur les éprouvettes prismatiques de (4 x 4 x 16) cm³ conservés dans l'eau à 20 °C [18].



photo .I.1.Moule pour moulage des éprouvettes de mortier.

Les éprouvettes sont rompues en traction par flexion puis en compression. Les résistances, aussi bien en traction par flexion qu'en compression, progressent à peu près comme logarithme du temps (entre 1 et 28 jours).

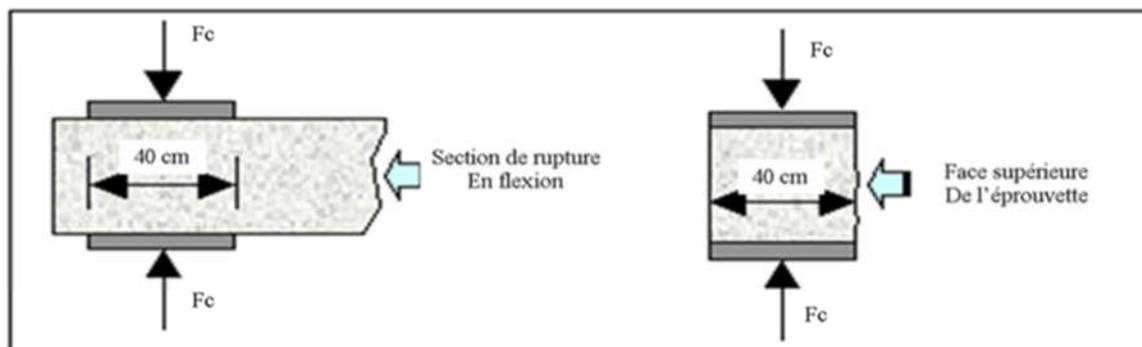


Figure .I.5.Dispositif de rupture en compression.

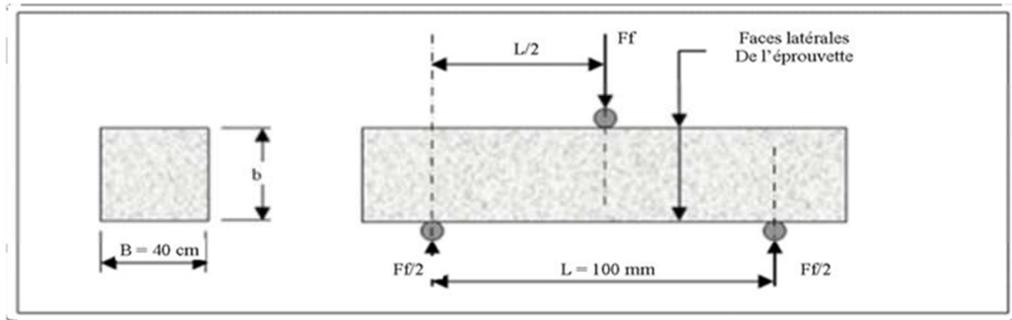


Figure .I.6.Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion.

Les résistances des mortiers (comme dans le cas des bétons) dépendent de très nombreux facteurs :

- Nature et dosage en ciment;
- Rapport C/E;
- Granulométrie et nature du sable;
- Energie de malaxage et mise en œuvre;
- Protection les tous premiers jours

I.1.8.Préparation des mortiers:

Les quantités nécessaires en fonction des dosages et des travaux à faire comme montrent tableaux ci-dessous: [19]

Tableau.I.1: Dosages des mortiers.

Sable	Ciment	Eau
Unité(g)	Unité(g)	Unité(ml)
1350	450	225

- ❖ Prévoir une surface de gâchage plate et assez grande, balayer cette aire de gâchage au balai de chantier ,elle doit être propre et surtout sans débris végétaux.
- ❖ Installer la bétonnière ou les eau démaçonna à proximité des produits.
- ❖ Prévoir un tuyau d'alimentation en eau muni d'un robinet d'arrêt.
- ❖ Déposer sur l'aire prévue à cet effet la quantité de sable
- ❖ Verser le ciment (Oulla chaux) sur le sable.
- ❖ Commencer à mélanger à la pelle le sable et le ciment. Afin d'obtenir un bon mélange, déplacer lesta deux ou trois fois. Le mélange doit être de couleur homogène.
- ❖ Creuser lesta cratère et verser 2/3 del'eau prévue.

- ❖ Faire tomber peu à peu les bords du cratère dans l'eau pour humidifier le mélange.
- ❖ Mélanger le tas afin de répartir l'eau. Pour homogénéiser le mélange, le déplacer deux ou trois fois comme pour le mélange à sec.
- ❖ Couper le dessus du tas de mortier avec la pelle. S'il ne se forme pas de boudins, ajouter un peu d'eau et mélanger à nouveau.
- ❖ Le mortier est correctement humidifié lorsqu'on passe le plat de la pelle dessus, il se lisse et l'eau remonte en surface.

I.1.9. Emplois des mortiers : [20]

I.1.9.1 Le hourdage de maçonnerie:

La construction réalisée en éléments maçonnés (blocs de béton, pierre de taille, briques), nécessite leur assemblage avec un mortier qui doit présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes pour assurer la transmission des charges et une compacité suffisante pour être étanche



Figure I.7. Pose de mortier de hourdage.

I.1.9.2. Les enduits:

Ce domaine d'application constitue l'un des plus vastes débouchés des mortiers. À côté des enduits traditionnels en trois couches décrites dans la norme NF P 15 201-1 et 2 (DTU 26.1), se développent aujourd'hui des enduits monocouches épais, ainsi que des enduits isolants.



Figure I.8. Enduits isolants et enduits de façade.

I.1.9.3. Les chapes:

Les chapes ont pour fonction d'assurer la mise à niveau du dallage et la régularité de sa surface. Les chapes peuvent constituer la finition : on y incorpore alors souvent des produits spécifiques. Elles peuvent aussi constituer le support d'un revêtement de sol. Les chapes doivent présenter une résistance suffisante pour assurer la transmission des charges au support, et parfois résister à l'abrasion ou au poinçonnement (sols industriels). Adhérente ou flottante, la chape peut également avoir une fonction thermique ou acoustique .



Figure I.9. Les chapes fluides et chape ciment.

I.1.9.4. Les scellement stèles calages:

La multiplicité des problèmes de scellement et de calage a conduit les producteurs de mortiers industriels à mettre au point des produits spécifiques adaptés aux travaux à réaliser : scellements d'éléments de couverture, d'éléments de second œuvre, de mobiliers urbains, de regards de visite .



Figure.I.10.Les scellements.

Conclusion:

Le mortier est l'un des matériaux importants largement utilisés dans les domaines de la construction, il diffère par sa composition et se caractérise par différents types utilisés dans différentes structures.

2ème parties : *Valorisation des déchets en génie civil*

I.2.Introduction :

Avant de valoriser un déchet, il faut connaître son origine, l'analyser, caractériser son état actuel et son comportement dans le temps et évaluer sa traitabilité. Il s'agit donc de «mesurer pour connaître et connaître pour agir». [21]

Les déchets sont tous les résidus d'un processus de production, de transformation ou de consommation, dont le propriétaire ou le détenteur a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer

Le recyclage peut être défini comme le processus de conversion des déchets en nouveaux matériaux et éléments . Au sens strict, la valorisation des déchets fournit une nouvelle source pour la même substance .

Tout traitement où utilisation des déchets qui permet de leur trouver un débouché ayant une valeur économique positive. Le terme général valorisation englobe réemploi, recyclage et réutilisation. [22]

I.2.1.Généralités sur les déchets :

I.2.1. 1. Le déchet :

Un déchet est un objet en fin de vie ou une substance ayant subi une altération physique ou chimique, qui ne présente alors plus d'utilité ou est destiné à l'élimination. Le mot vient de l'ancien français déchet ou déchiré, soit « la quantité perdue dans l'usage d'un produit », ce qui en reste après son utilisation .

Les possibilités d'élimination montrent leurs limites et l'accent est davantage mis sur la réutilisation et le recyclage. On parle parfois de « recyclât » quand il y a réutilisation de ces « matières premières secondaires » [23]

I.2.1. 2.Origine de la production des déchets :

La production des déchets est inéluctable pour les raisons suivantes :

- Biologiques: tout cycle de vie produit des métabolites ;
- Chimiques: toute réaction chimique est régie par le principe de la conservation de la matière et dès que veut obtenir un produit à partir de deux autres on en produira un quatrième
- Technologiques : tout procédé industriel conduit à la production de déchet ;
- Économiques : les produits en une durée de vie limitée ;
- Écologiques : les activités de la dépollution (eau, air) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessiteront une gestion spécifique

- Accidentelles : les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et de consommation sont eux aussi à l'origine de déchets [24].

I.2.1. 3. Différent type des déchets : [21]

❖ Déchets ultimes (DU) :

Tout déchet ménager et assimilé brut issu du ramassage parallèle à la collecte sélective, le refus de tri.

❖ Déchets inertes (DI) :

Déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante ; ne se décompose pas, ne brûle pas, et ne produit aucune réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradable et ne détériore pas d'autres matières avec lesquelles il entre en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. Ces déchets sont admissibles dans les installations de stockage et proviennent essentiellement des chantiers de bâtiment et de travaux publics ou d'industries de fabrication de matériaux de construction. Ce sont notamment les déchets suivants : Les bétons, les tuiles et les céramiques, les briques, les déchets de verre, les terres, les enrobés bitumeux.

❖ Déchets assimilés (DA) :

Les déchets ménagers et assimilés recouvrent les ordures ménagères (OM) qui proviennent des ménages et tous les déchets gérés comme tels par les collectivités locales (déchets des artisans ou commerçants)

❖ Déchets verts (DV) :

Déchets végétaux des parcs et jardins (gazon, branchages...).

❖ Déchets organiques (DO) :

Les termes suivants recouvrent la même notion : bio déchets ou déchets fermentescibles ou FFOM (fraction fermentescible des ordures ménagères). Il s'agit de :

- Déchets végétaux des parcs et jardins (déchets verts)
- Déchets organiques de la cuisine (restes de repas, épluchures, papiers essuie
- tout, papier journal, fleurs coupées, marc de café, filtres à café, sachets de thé, coquilles d'œufs, etc....
- Boues

❖ Déchets dangereux (DD) :**1. Déchets industriels spéciaux (DIS) :**

Ces déchets figurent en raison de leurs propriétés dangereuses, exemple : déchets contenant de l'arsenic, du plomb ; constitués de boues de peinture, d'hydrocarbures ; provenant de l'industrie pétrolière, etc....

2. Déchets ménagers spéciaux (DMS) :

Ce sont les déchets à risque contenus dans les déchets ménagers, tels que les aérosols, colles, détergents, détachants insecticides, peintures, piles, tubes néon, produits de nettoyage. Il peut s'agir de ce qu'on appelle également les DTQS : déchets toxiques en quantité dispersé

3. Les déchets d'emballages :

Cette catégorie regroupe essentiellement des déchets constitués de papiers, plastique, cartons....etc.

Les déchets de démolition de bâtiments ou de routes peuvent donc être constitués de l'ensemble de ces types de déchets .

- Béton (40%),
- Brique (30%),
- Bois (10%),
- Plastique (5%),
- Métaux (5%),
- Autres éléments (10%).

Le traitement de ces déchets permet d'extraire les éléments non appropriés (comme les métaux) dans la fabrication de granulats recyclés pour usage routier. On distingue trois types de matériaux Issus du recyclage:

- Granulat recyclé béton



Figure.I.11. Différents types de déchets

I.2.1. 4.la Valorisation des déchets :

Tout traitement où utilisation des déchets qui permet de leur trouver un débouché ayant une valeur économique positive. Le terme général valorisation englobe réemploi, recyclage et réutilisation.

On distingue nombreux types de valorisation des déchets : [25]

- Valorisation énergétique ;
- Valorisation en matière première organique et minérale ;
- Valorisation en science des matériaux ;
- Valorisation en agriculture ;
- Valorisation en technique de l'environnement

La valorisation est un procédé de traitement des déchets industriels et des déchets ménagers qui permet de réintroduire, dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui le composent. Le recyclage a deux conséquences écologiques majeures : la réduction du volume de déchets et la préservation des ressources naturelles. C'est une des activités économiques de la société de consommation. Certains procédés sont simples et bon marché mais, à l'inverse, d'autres sont complexes, coûteux et peu rentables. Dans ce domaine, les objectifs de l'écologie et ceux des consommateurs se rejoignent mais parfois divergent ; c'est alors le législateur qui intervient. Ainsi, en particulier depuis les années 70, le recyclage est une activité importante de l'économie et des conditions de vie des pays développés.

La valorisation s'inscrit dans la stratégie de traitement des déchets dite des trois R :

*Réduire, qui regroupe tout ce qui concerne la réduction de la production de déchets.

*Réutiliser, qui regroupe les procédés permettant de donner à un produit usagé un nouvel usage.

*Recycler, qui désigne le procédé de traitement des déchets par recyclage. Le recyclage apporte une contribution importante à la baisse des quantités de déchets à éliminer par enfouissement et par incinération, mais il n'est pas suffisant pour contrer l'augmentation de la production des déchets ou y suffit à peine. Ainsi, dans le cas du Québec, l'importante hausse du taux de recyclage, passant de 18 % à 42 % entre 1988 et 2002, est allée de pair avec une augmentation de la quantité de déchets à éliminer par habitant, passant de 640 kg/an/personne à 870 kg du fait d'une augmentation de 50 % de la production par habitant durant cette même période.

En France, le volume de déchets a doublé entre 1980 et 2005, pour atteindre 360 kg/an/personne.

Pour lutter contre l'augmentation des déchets, le recyclage est donc nécessaire, mais il doit être inclus dans une démarche plus large. [21]

I.2.1. 5. L'intérêt de la valorisation :

POURQUOI VALORISER ? Pour porter de plus en plus à la valorisation des déchets et des sous-produits industriels est lié à la fois à la crise de l'énergie, à la diminution des ressources mondiales en matières premières et enfin la législation qui devient très sévère concernant la protection de la nature et l'environnement.

Les arguments peuvent être résumés en :

- Augmentation de la production.
- Le coût de stockage ou de traitement est de plus en plus élevé.
- Une législation de plus en plus sévère.

Une meilleure gestion de la recherche [26].

I.2.1. 6. Utilisation des déchets et sous-produits dans le domaine du génie civil :

L'idée d'employer des déchets, y compris les sous-produits de l'industrie, n'est pas neuve pour l'homme. Les déchets produits par les industries du charbon ou de l'acier sont relativement facilement assimilables à des granulats ou incorporables dans des liants : étude de l'emploi du laitier granulé en cimenterie en 1880. En génie civil, le développement de l'emploi de certains déchets s'est fait en parallèle avec le développement de l'industrie lourde dans le temps.

En général, les besoins du génie civil peuvent être résumé en termes de quatre ordres séquentiels:

- matériaux, sur lesquels pèsent de faibles exigences et consommés en grande masse.
- granulats, qui doivent répondre à des spécifications diverses suivant leur utilisation.
- liants, qui doivent répondre à des spécifications précises et dont les propriétés doivent rester constantes dans le temps.
- activant, qui seront utilisés en petites quantités, ce qui peut poser des problèmes de collecte, stockage, distribution et régularité.

Dans cette partie, on présente une revue générale des déchets utilisés en génie civil avec une attention particulière sur la valorisation des déchets de construction et de démolition comme agrégats en béton [27].

I.3. Déchets de plastiques (PET) :

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

La consommation des matières plastiques ne cessent d'augmenter dans le monde y compris dans l'Algérie, et cela à cause de leur utilisation dans divers domaines : emballage, automobiles, construction...etc. Ces matières génèrent après utilisation un grand volume de déchets dans les décharges [28]

I.3.1.Définition des PET :

Le polyéthylène téréphtalate PET utilisé principalement pour les emballages de boisson, est produit à partir de pétrole de la famille des thermoplastiques, il remplace progressivement le verre grâce à sa résistance aux chocs. Les PET sont constitués d'unité polymérisation du monomère téréphtalate d'éthylène avec des unités répétitive $C_{10}H_8O_4$ et, par conséquent, la formule moléculaire du PET peut être représentée par $(C_{10}H_8O_4)_n$. Le PET, C'est un polymère obtenu par la polycondensation de deux composants : Le diméthyltéréphtalate et l'éthylène glycol. Les chaînes vont s'arranger et former des fibres résistantes. Le PET est surtout employé pour la fabrication de fils textiles, de films et de bouteilles[29]



Figure.I.12. Des Bouteilles en PET

I.3.2.Origine des déchets plastiques :

Les déchets plastiques se répartissent en 5 grandes familles

I.3.2.1.Déchets automobiles :

Les principaux polymères utilisés dans l'automobile sont : le polypropylène (PP) et les polyuréthanes (PU). Le polypropylène est utilisé pour fabriquer les pare-chocs, les tableaux de bord et habillage de habitacle .Comme le PP, le polyuréthane est très appliqué dans le domaine automobile, il peut se trouvé sous plusieurs forme selon son utilisation (mousse

souple, mousse rigide et mousse semi rigide). Le tableau suivant résume les différentes formes du PU et ses applications dans l'automobile.[30]

I.3.2.2.Déchets de l'industrie des chaussures et pneu usagé :

Le marché de la chaussure dans le monde est un marché porteur. La consommation de chaussures par les ménages français par exemple atteignait 350 millions de paires, soit une moyenne de plus de 5 paires de chaussures par an et par habitant. L'Algérie importe annuellement une moyenne de 70 millions des paires de chaussures et ne produit qu'un million de paires. Ces produits ayant une durée de vie très variable, dépendant de leur utilisation, mais aussi en grande partie des effets de mode, représentent en fin de vie un gisement annuel de déchets potentiels énorme qui reste à ce jour un chiffre inconnu .[31]

L'utilisation des pneus en caoutchouc augmente chaque année. On peut citer quelque cas : la France, en 2008, plus de 366.000 tonnes de pneumatiques ont été collectés ce qui constitue une progression de 36% par rapport à 2004; la Thaïlande, un pays asiatique, le bilan de la seule année 2000 indique une consommation d'environ 94.000 tonnes de pneus [31] Ces chiffres continuent à augmenter chaque année avec le nombre de véhicules dans tous les pays [32]

L'expérience montre que l'incendie des pneumatiques devient rapidement non maîtrisable. Ainsi, les sites de stockage constituent un risque pour l'eau en surface, ainsi que pour l'eau souterraine. Ils représentent aussi un danger sanitaire car ils constituent un habitat privilégié des insectes. En général, la moins chère et la plus simple des solutions pour décomposer les déchets sous les pneus usagés est de les brûler. Cependant, la pollution et la quantité énorme de fumée produites par cette méthode est inacceptable et, dans certains pays il est interdit par des lois de procéder ainsi. En conséquence, la valorisation de pneus usagés est un sujet important pour la planète entière [33].

I.3.2.3.Déchets de constructions et bâtiments :

Ce secteur est le second plus gros consommateur de plastique après le secteur d'emballage et conditionnement. Ces produits sont caractérisés par des durées de vie importantes (30 à 50 ans).Les plastiques les plus utilisés sont le polychlorure de vinyle, le polystyrène, le polystyrène expansé, le polyéthylène et le polyuréthane. Ces produits sont essentiellement utilisés pour l'isolation des bâtiments, fabrication de revêtement de sols et de murs, fabrication de tuyaux et conduites [34].

I.3.2.4. Déchets de l'agriculture :

Les matières plastiques occupent une place importante dans l'agriculture algérienne. Dans la région de Bejaia d'après le service agricole, environ 70 à 100 hectares en moyennes sont exploitées chaque année depuis 1990, ce qui correspond à environ 1750 à 2500 serres (année 2006). Le principal polymère utilisé dans la production des films agricoles est le PEBD. La majeure partie des films agricoles utilisée est produites par l'ENPC de Sétif et les unités de production de Jijel et Biskra [32]

I.3.2.5. Déchets d'emballages :

Ce domaine représente la plus grandes partie des déchets, la durée de vie de ces produits à l'utilisation est courte et varie de quelques jours à quelques mois.

Les différentes résines utilisées dans le domaine d'emballage sont : [32]

❖ *Polyéthylène basse densité (PEBD) :*

Le PEBD est très utilisé pour la fabrication des produits souples tels que les sacs, sachets, sacs poubelles, bouteilles (ketchup, shampoing). Les principaux producteurs de ces emballages sont : Soummam Plast, Multiplast, All plast et EURL Plastimeral

❖ *Polyéthylène hautes densité (PEHD) :*

Les différents emballages à base de PEHD sont produits par Akbou plastiques, Soummam Plast, ENCG et Meri Plast. Le PEHD est utilisé pour des objets plastiques rigides on le trouve par exemple sous forme de bouteilles (lait, yaourt), flacons (lessives, détergents, huiles) et des bacs poubelles.

❖ *Polystyrène (PS) :*

Très utilisé pour l'emballage des pots de yaourt, les verres en plastiques, ce type d'emballage est produit par Soummam, Danone, Batelec et All Plast

❖ *Polyéthylène téréphtalate (PET) :*

C'est un polymère obtenu par la polycondensation de deux composants : le diméthyltéréphtalate et l'éthylène glycol (Figure I.12). Les chaînes vont s'arranger et former des fibres résistantes. Le PET est surtout employé pour la fabrication de fils textiles, de filmsetde bouteilles (Figure I.13). L'inventeur des bouteilles en PET, Nathaniel Wyeth voulait faire une bouteille incassable. Cependant, ce plastique devient mou à moyenne température et présente une bonne résistance thermique jusqu'à 260 °C. Cette propriété empêche déconsigner les bouteilles en PET car il faut les laver à une température trop haute. Pour cette même raison, on ne peut pas l'utiliser pour les confitures qui sont coulées chaudes dans les pots.

I.3.3.Type des PET :

A. Fibre en plastique :

On les trouve sous des formes et des dimensions diverses. Parmi les fibres les plus utilisées dans le renforcement des matériaux du Génie Civil et les Travaux Publics on peut citer : Les fibres de polypropylène, d'amiantes, de carbone, de verres, les fibres végétales et métalliques.

Ils existent les mono filaments PET qui peuvent être soit signalables, soit non flagellables, droits ou sertis, avec différents profils et diamètres, allant de 0,12 mm à 2,00 mm .[35]

B. Fines particules des PET :

On obtient la poudre des bouteilles de PET par l'écrasement de sa dernière. Les tailles moyennes des particules de PET étaient respectivement de 0,26 et 1,14 cm (respectivement petits et grands) et ont été estimées sur la base de mesures effectuées sur des micrographies au moyen d'une loupe électronique . [36]

C. Agrégats

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

- Le granulat déchiqueté (une forme angulaire)
- Agrégats de PET fins et grossiers.
- Agrégat de PET en forme de pastille. [37]



photo.I.2.PET agrégats fins et PET agrégats grossiers

I.3.3. Valorisation des déchets de pet :

La valorisation ou le recyclage des déchets plastique est très vaste à cause de la diversité de leurs types et de leur procédé de recyclage. Elles représentent jusqu'à 30% de la masse totale des ordures ménagères. Malheureusement, la multiplicité des types de matières plastiques, l'incompatibilité de certains polymères entre eux et la difficulté de reconnaître et de séparer les différents polymères induisent de nombreux problèmes au niveau, notamment, du tri sélectif, en particulier pour les déchets plastiques de post-consommation. Les études antérieures ont montré qu'il était possible d'utiliser les déchets plastiques dans les bétons et même d'autres types de déchets comme les granulats recyclés de démolition et ou de construction.[34]

On peut valoriser des déchets plastiques :

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

I.3.4. Propriétés Physico-chimiques du PET :

Le PET possède une température de transition vitreuse se situant autour de 80°C et une température de fusion élevée, environ 260°C, grâce à la présence d'un noyau benzénique. Le noyau confère aussi un aspect semi rigide au PET. Il possède également de bonnes propriétés mécaniques et thermiques, une grande résistance chimique et une faible perméabilité aux gaz. Le PET est un polymère semi-cristallin, la masse volumique de la phase cristalline est de 1,515 g.cm⁻³ et celle de la phase amorphe est de 1,335 g.cm⁻³. Le poly téréphtalate d'éthylène Broyé doit être soumis à des essais de laboratoire, à savoir l'analyse granulométrique [38]

I.4. Déchets de Brique :

L'objectif de ce paragraphe est de donner quelques renseignements sur les déchets de brique qu'on appelle «briquillons», «chamotte» ou «brique concassée». Vu leur emploi occasionnel, il y a peu des données sur ces matériaux et leur utilisation comme granulats du Chapitre II Déchet De brique , malgré la consommation universel de leur matière première « brique » en grande masse, en conséquence, leur génération en quantités énormes. En Algérie,

selon les informations disponibles, la recherche sur ces matériaux est presque Négligeable. On appelle « briquillons » : des briques morcelées provenant généralement de la démolition ou d'une mauvaise cuisson de briques (briques trop cuites). On appelle « chamotte » : brique cuite broyée ou concassée [39]

I.4.1. Définition de déchets de brique :

Les briques sont les produits céramiques, dont les matières premières sont des argiles, avec ou sans additifs. La forme des briques est généralement parallélépipède rectangle. Elles sont couramment utilisées dans la construction des bâtiments et des travaux publics. Par rapport aux autres matériaux, c'est l'un des plus anciens matériaux de construction. Les briques se retrouvent de plus en plus souvent dans les dépliants des fournisseurs et des fabricants tant de cheminées que de barbecues et de fours. Il semble que ce mot soit magique et permette de réaliser toutes sortes de performances calorifiques. Mais de quoi s'agit-il exactement ? La brique est conçue pour résister à la chaleur. Selon son utilisation, elle sera composée de vermiculite, de ciment fondu et decoulis réfractaire dans différentes proportions. En plus de résister à la chaleur, la brique a également la capacité de restituer la chaleur. C'est ce que l'on appelle la convection et c'est un élément majeur du succès de la brique. [40]

I.4.2. Types de brique :

Il existe différents types de briques pleines avec des aspects de surface variée.

On distingue différents types de briques : [41]

- La brique de terre crue, qui peut aussi contenir des fibres (pailles, lin, crin...),
- La brique de terre compressée,
- La brique cuite pleine, matériau traditionnel très ancien, avec une variante appelée, brique pleine perforée (les perforations sont perpendiculaires au plan de pose),
- La brique légère et isolante (qui flotte sur l'eau) utilise une terre silico-magnésienne sans consistance mais qui mélangée à un vingtième environ d'argile plastique produisait des briques aussi résistantes que des briques ordinaires, mais très poreuses, conduisant mal la chaleur ou le froid et flottant sur l'eau.
- la brique cuite creuse, plus légère (et donc moins coûteuse à transporter) et plus isolante, est devenue la plus utilisée, Ses perforations sont parallèles au plan de pose de manière à ne pas diminuer sa résistance à la pression,
- la brique de chanvre, ayant de très bonnes propriétés d'isolation thermique,
- la brique non gélive,
- la brique réfractaire, pour la construction des fours, chaudières, foyers, cheminées, etc.

Selon le type, elles peuvent connaître différents usages :

- Briques de parement : destinées à rester apparentes et sont purement décoratives,
- Briques pleines : destinées à la construction de murs extérieurs, porteurs,

Briques plâtrières : servent à construire les cloisons intérieures et les murs de refend .

I.4.3 Les caractéristiques physico-chimiques de la brique :

Selon, les types d'argiles sont dans les briques cuites. Ils sont : les illitiques (couleur marron gris à rouge) les kaolin que et les bravai stiques (couleur orange à rose). Les éléments métalliques sont aussi trouvés dans la pâte argileuse. Ces éléments dits « réfractaires » le degré de fusion est très supérieur à celui de la température (800° à 1000°) des fours à brique : la silice (SiO₂) et de l'aluminium (AL₂O₃).

Les déterminants de la couleur basique de la brique (les colorants) ce sont : [42]

- L'oxyde de fer.
- L'oxyde de titane.
- L'oxyde de manganèse.

Les fondants aussi ce sont à deux types :

- 1- Les oxydes alcalins (oxyde de sodium et potassium)
- 2- Les oxydes alcalino-terreux (chaux et magnésie)

Selon, la composition minéralogique de déchet de brique rouge a été déterminée par fluorescence X.

I.4.4. Valorisation des déchets de la brique :

Il existe peu d'informations disponibles sur le devenir des déchets de briques qui Constituent la plus grande partie des déchets de démolition et de décombres. D'une part, Techniquement, les déchets de briques sont pratiquement recyclés comme composant d'un Matériau type maçonnerie. D'autre part, l'absence quasi-totale des textes réglementaires Qui régissent la fabrication et l'utilisation des déchets de briques .[43]

I.4.5. Réutilisation :

Lors de travaux de démolition, les briques récupérées peuvent être nettoyées et réutilisées sur le même chantier ou ailleurs. Par ailleurs, certaines briques anciennes ont une grande valeur architecturale et sont recherchées pour les rénovations historiques . [43]

I.4.6. Recyclage :

Le recyclage est un procédé qui consiste à réintroduire le déchet dans le cycle de production en remplacement total ou partiel d'une matière première naturelle. Il se distingue de la réutilisation par la nécessité de nouveau traitement que la matière subisse.

La brique, peut être concassés et utilisés comme granulats dans la couche de fondation routière, comme matériaux de remblai, pour l'aménagement paysager et pour d'autres applications dans le domaine de la construction textes réglementaires qui régissent la fabrication et l'utilisation des déchets de brique [43].

Conclusion :

Nous concluons que le déchet est un grand problème, à toute vie biologique et à toutes activités, et à ce titre, la recherche de solutions est une vraie nécessité pour les êtres vivants (les personnes, les plantes, les animaux.... etc.). Cela ne peut être que réduire le déchet, où nous utilisons dans beaucoup de cas de figures importantes surtout le domaine de génie civil. Nous pouvons également utiliser les déchets comme solution pour les régions où les granulats naturels font défaut dans le domaine de construction [44]

CHAPITRE II :

**CARACTERISATION DES MATIERES PREMIERES
ET TECHNIQUESEXPERIMENTALES**

II.1 Introduction :

Nous allons présenter dans ce chapitre, les caractéristiques des matériaux utilisés pour la confection du mortier. La caractérisation des matériaux a été réalisée expérimentalement au niveau des laboratoires des travaux publics du sud Ghardaïa (LTSP SUD) .Et la méthode de formulation des mortiers à base de sable carrière et déchets de briques, déchets plastiques, ainsi que les résultats obtenus.

II.2 Matériaux utilisés :

- ❖ Sable carrière 0/3
- ❖ Ciment
- ❖ L'eau
- ❖ L'adjuvant (Le superplastifiant **Sika viscocréte Tempo 12**)
- ❖ Déchets briques
- ❖ Déchets plastiques

II.2.1 Caractérisation des matières utilisées :

Sable :

Origine du sable :

Le sable utilisé dans cette recherche expérimentale est du sable de carrière **0/3** provenant de la carrière de Ben Hamouda située dans la région de Metlili dans l'état de wilaya Ghardaïa.



photo. II .1. Le sable utilise.

II.2.2 Caractéristiques physiques du sable utilisé :**II.2.2.1 Masse spécifique (absolue) : NF P 18-555 :**

C'est la masse de l'unité de volume de la substance, c'est-à-dire le rapport entre sa masse et son volume absolu

II.2.2.2 But de l'essai :

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une composition de bétons. Ce paramètre permet, en particulier, de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaires malaxées pour l'obtention d'un béton dont les caractéristiques sont imposées.

II.2.2.3 Mode opératoire :

On détermine la masse volumique absolue du sable à l'aide du récipient de capacité

1000 ml. On prend un échantillon de masse 300g.

L'échantillon est placé dans un récipient de 1000 ml et l'eau préalablement préparée y est introduite dans le deuxième récipient, puis le contenu est soigneusement mélangé pour éliminer l'air qui s'y trouve. Après ce processus, le poids final occupé par le mélange sable-eau est déterminé. Supposons (P2) ce poids étant donné que le poids d'un récipient rempli d'eau est connu (P1), il serait facile de déterminer le volume occupé par le sable seul. La masse volumique absolue du sable est déterminée par la formule:

$$\rho_{\text{abs}} = \frac{M}{P1 - P2}$$



photo.II.2.Essai de détermination de la masse volumique absolue

Les résultats obtenus sont présentés au tableau suivant:

Tableau.II.1 Masse volumique absolue du sable

N° d'essai	M(g)	P1(g)	P2 (g)	V(cm ³)	$\rho_{abs}(g/cm^3)$
01	300	2481.5	2370	111.5	2.69

- ✓ M: masse du sable
- ✓ P1: Poids du récipient plein d'eau + la masse de sable
- ✓ P2: poids du récipient + sable + d'eau.
- ✓ V : Volume de sable

La masse volumique absolue du sable est: $\rho_{abs} (g/cm^3) = 2.69$

II.2.3.1 Masse volumique apparente: NFP18-554 :

C'est la masse du matériau par unité de volume y compris des vides existant entre les grains.

II.2.3.2 But de l'essai:

Déterminer les masses volumiques apparentes du matériau, c'est - à - dire sa densité à l'état naturel (en présence des pores).

II.2.3.3 Mode opératoire:

- On pèse le récipient vide M_1 .
- Remplir le récipient de sable à une distance de 10 à 15 cm.
- Une fois le récipient est rempli, on nivelle la surface du sable et on pèse le tout. Soit M_2 ce poids.
- Volume de récipient $V_r = 2000 cm^3$.

La masse volumique apparente du sable est donnée par la formule suivante:

$$\rho_{app} = \frac{M_2 - M_1}{V}$$



Photo .II.3.Essai de détermination de la masse volumique apparente a LTPS

Les résultats obtenus sont classés dans le tableau suivant:

Tableau.II.2Masse volumique apparente du sable

N°d'essai	M1 (g)	M2 (g)	ρ_{app} (g/cm ³)	ρ_{appmoy} (g/cm ³)
01	1810	4743.4	1.46	
02	1810	47462.3	1.47	1.47
03	1810	4765.2	1.47	
04	1810	4769.8	1.47	

La masse volumique apparente du sable est: $\rho_{appmoy}(g/cm^3) = 1.47$

II.2.4.1 Equivalent de sable (NFP 18-59) :

II.2.4.2 Le but d'essai:

Ce test vise à isoler les fines particules présentes dans le sol des éléments sableux Rugueux. La procédure standard permet de spécifier un coefficient équivalent de Sable Qui en détermine la propreté

II.2.4.3 Mode opératoire :

Tamise une quantité de sable(masse supérieure à 500g).

- Prendre un pesée de 120 g.
- Remplir l'éprouvette de solution la vente jusqu'au premier repère(10cm).

- A l'aide de l'entonnoir verser la prise d'essai (120g) dans l'éprouvette et la percuter fortement à plusieurs reprises avec la paume de la main afin de chasser toutes les bulles d'air et favoriser le mouillage de l'échantillon.
- Laisser reposer pendant 10 minutes.
- Fermer l'éprouvette à l'aide du bouchon en caoutchouc et lui imprimer 90 cycles de 20 cm de course horizontale en 30 secondes à la main à l'aide d'un agitateur mécanique.
- Retirer ensuite le bouchon, le rincer avec la solution lavante au-dessus de l'éprouvette, puis rincer ensuite les parois de celle-ci.



Photo .II.4. Agitateur mécanique à LTPS

- Faire descendre le tube laveur dans l'éprouvette, le rouler entre le pouce et l'index en faisant tourner lentement le tube, l'éprouvette et en imprimant en même temps au tube un léger piquage. Cette opération a pour but de laver le sable et de faire monter les éléments fins et argileux. Effectuer cette opération jusqu'à ce que la solution lavante atteigne le 2ème repère. Laisser ensuite reposer pendant 20 minutes.

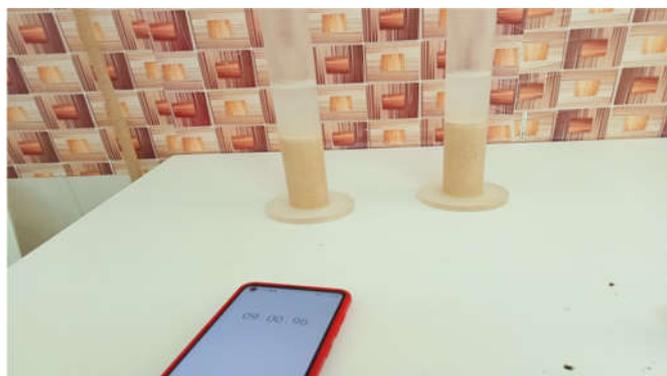


Photo II.5. Repos de 20 min pour les éprouvettes

❖ **Equivalent de sable visuel(ESV):**

- Après 20 minutes de dépôt de sable, lire la hauteur h_1 du niveau supérieure du flocculant jusqu'au fond de l'éprouvette à l'aide d'une réglette.
- Mesurer également avec la règle la hauteur h_2 comprise entre le niveau supérieur de la partie sédimentaire et le fond de l'éprouvette

$$ESV = \frac{H_2}{H_1} \times 100$$

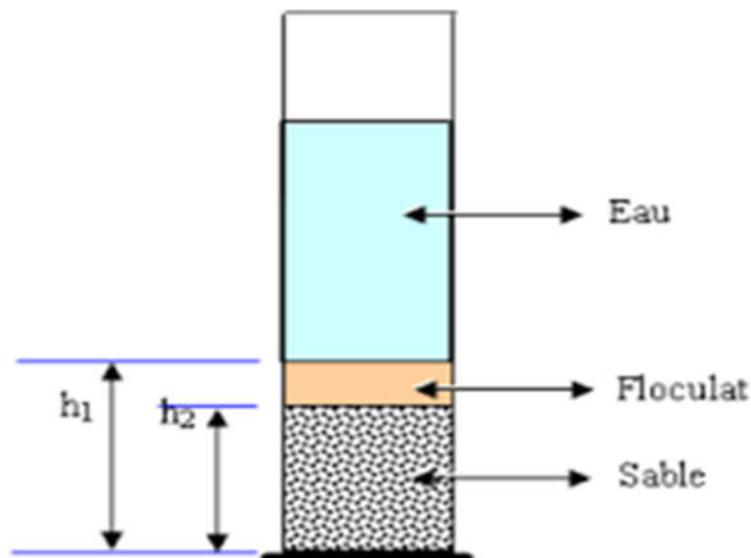


Figure. II.1. Essai d'équivalent de sable

❖ **Equivalent de sable visuel(ESP):**

- Introduire le piston dans l'éprouvette et laisser descendre doucement jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment. A cet instant bloquer le manchon du piston et sortir celui-ci de l'éprouvette.
- Introduire le réglet dans l'encoche du piston jusqu'à ce que le zéro vienne buter contre la face intérieure de la tête du piston. Soit h_2 la hauteur lue et correspondant à la hauteur de la partie sédimentée.

$$ESP = \frac{H'_2}{H_1} \times 100$$

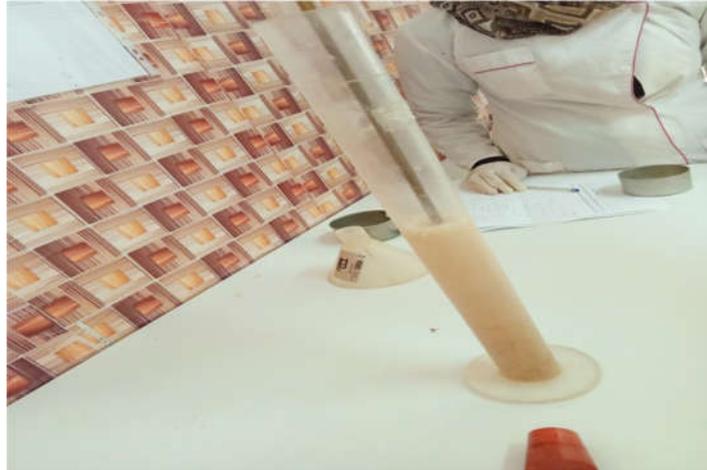


Photo . II.6. Essai d'équivalent de sable a LTPS

Les résultat sont regroupés sur le tableau suivant:

Tableau.II.3.Les résultats d'équivalent du sable utilisé

L'éprouvette	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	ES %	ES _{moy} %
01	16.1	16 .8	55.9	
02	9	8.8	54.38	54.14

ESP moy= 54.14%

On peut en déduire que le sable de carriers que nous utilisons est Sable argileux .

II.2.5.1 Analyse granulométrique :NF P18-304. NFP18-560 :

L'analyse granulométrique par tamisage c'est un ensemble des opérations aboutissant à la séparation selon leur grosseur des éléments constituant échantillon, en employant des tamis afin d'obtenir une représentation de la répartition de la masse des particules à l'état sec en fonction de leur dimension.

L'analyse granulométrique permet de déterminer les dimensions des grains et les proportions de grains de même dimension (% pondéral).

Elle comprend deux opérations :

- Tamisage
- Sédimentation

La granularité est exprimée par un courbe granulométrique qui donne la répartition de

la

dimension moyenne des grains, exprimée sous forme de pourcentage du poids total du matériau.

II.2.5.2 Mode opératoire:

- ◆ Prélever(1kg)de matériau(sable sec).
- ◆ Peserchaquetamisàvideà1gprès,soitmilamassedutamis.
- ◆ Constituer une colonne de tamis propres et secs dont l'ouverture des mailles est respectivement de haut en bas: 5-4-2-1-0,63-0,50-0,315-0,200-0.160-0.125-0,080 et éventuellement 0,063mm. La colonne est coiffée par un fond pour recueillir les éléments passant au dernier tamis et un couvercle pour éviter la dispersion des poussières. On commence par peser les tamis ainsi que le fond.
- ◆ Verser le matériau (sable sec) sur la colonne et la fixer soigneusement sur la machine d'agitation mécanique. Agiter pendant 5 minutes. Arrêter l'agitateur, puis séparer avec soin différents tamis.
- ◆ Peserchaquetamisséparémentà1gprès. Soit M_i la masse du tamis(I)+le sable.
La différence entre M_i et m_i (tamis de plus grandes mailles) correspond au refus partiel R_1 du tamis 1.
- ◆ Reprendre l'opération pour le tamis immédiatement inférieur.
- ◆ Ajouter le refus obtenu sur les sixième tamis à R_1 , soit R_2 la masse de refus cumulé du tamis 2 ($R_2 = R_1 + \text{Refus partiel sur tamis}$)
- ◆ Poursuivre l'opération avec le reste des tamis pour obtenir les masses des différents refus cumulés R_3, R_4, \dots

Le tamisât cumulé est donné par la relation suivante : $T = 100 - R_c$

Où :

- T : Tamisât en %
- RC : Refus cumulés en %



photo. II.7.Les tamis

Les résultats obtenus sont présentés au tableau suivant:

Tableau.II.4. Les résultats d'analyse granulométrique du sable utilisée

Tamis(mm)		Refus cumulés		
		(g)	%	
5	0	0	0	100
4	5.2	5.2	0.52	99
2	5.2	10.4	1.04	99
1	24.2	34.6	3.46	97
0.63	216.5	251.1	25.11	75
0.50	140.4	391.5	39.15	61
0.315	26	417.5	41.49	58
0.200	237.4	654.9	65.49	35
0.160	76.2	731.1	73.11	27
0.125	31.4	792.5	76.25	24
0.080	31.4	793.9	79.39	21
0.063	31.1	825	82.50	18

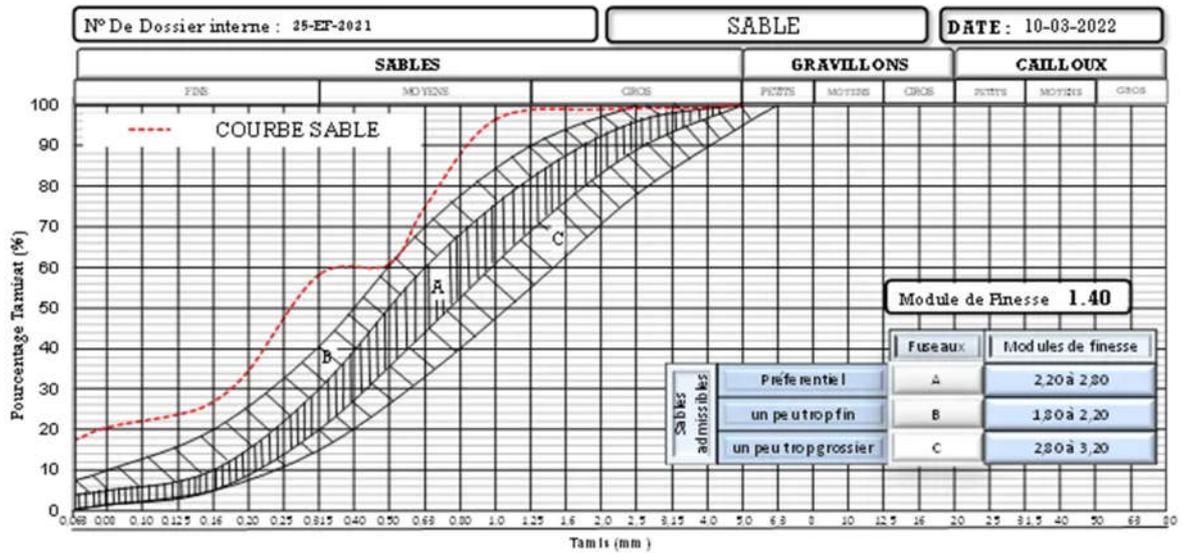


Figure. II.2.La courbe granulométrique du sable utilisé

II.3 Caractéristiques chimique du sable utilisé :

L'analyse chimique du sable utilisé est établie au laboratoire de travaux publics du sud Ghardaïa (LTPS SUD).

Les résultats obtenus sont présentés au tableau suivant :

Tableau.II.5.Analyse chimique du sable

	Echantillon	Sable 0/3
INSOLUBLES NFP 15-461	Creuset +précipité	29.752
	Creuset vide	29.723
	Poids de résidu	0.029
	Insolubles	2.9
SULFATES BS 1377	Creuset vide	19.975
CARBONATES NEP 15-461	CaCO2 %	90

II.3.1 Ciment :

Un seul type de ciment a été utilisé au cours de cette étude. Il s’agit d’un ciment portland CPA CEM I/42.5, dans la réalisation des structures en béton armé, cette Ciment provenant de la cimenterie de LAFARJ qu’il répond à la norme Algérienne NA 442 (NA 442, 2013) et à la norme Européenne EN 197-1 avec un taux en C3A < 3%. (cf. fiche technique Annexe A).



Photo .II.8. Ciment CPA CEM I/42.5



Figuer.II.3. Emballage CPA CEM I/42.5

II.3.2 Eau de gâchage :

On ne pourra utiliser n'importe quelle eau pour le gâchage du béton, un excès d'impuretés peut affecter les propriétés du béton frais et durci. Nous avons utilisé pour la totalité de nos essais une eau potable du réseau domestique sans aucun traitement supplémentaire. Le PH mesuré régulièrement est voisin de 7,5. Si le choix a été porté sur cette eau c’est de par sa pureté et l’absence des excès des teneurs de sels, de sulfates et d’acides et ceux-ci on se basant sur le rapport fourni par le laboratoire ADE de Ghardaïa (Algérienne des eaux de Ghardaïa)

Tableau.II.6 Composition chimique de l'eau de gâchage

Tur	0.840
Cond	2070
Sol	1.1
TDS	1178
TC°(25°c)	20.4
PH (≥ 6.5 ≤9)	7.34

TH (mg/l)	772
TAC(mg/l)	273.28
Ca ²⁺ (mg/l)	176.352
Mg ²⁺ (mg/l)	80.672
Cl ⁻ (mg/l)	385.728
No ₃ ⁻ (mg/l)	21.28
Fe ²⁺ (mg/l)	0.034
Hco ₃ ⁻ (mg/l)	183
K ⁺ (mg/l)	14.54
Na ⁺ (mg/l)	190
So ₄ ⁻² (mg/l)	455.585
R.S(mg/l)	2125

II.3.3 L'adjuvant:

Dans notre travail ,l'adjuvant qui nous avons utilisé s'appelle : Le super plastifiant **Sika** viscocréte **Tempo 12**

Description:

D'après la fiche technique (Annexe), le **Sikaviscocréte Tempo 12** est un super plastifiant haut réducteur d'eau permettant d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité ,en plus de sa fonction principale de super plastifiant, il permet de diminuer considérablement la teneur en eau du béton

Dosage:

Plage de dosage recommandée:

- ❖ 0,2 à 3,0% du poids du liant ou du ciment selon la fluidité et les performances recherchées.
- ❖ Dans notre travail nous avons utilisé 1.1% de l'adjuvant ce qui équivaut à 5g .

II.3.4 Caractéristiques de l’adjuvant :

Caractéristiques	Super plastifiant
Forme	Liquide
Couleur	brun clair à foncé
PH	4,5 ± 1,0
Densité	1,06 ± 0,01
Délai de conservation	12 mois dans son emballage d’origine intact

II.3.5 Déchet De Brique:

Le deuxième variant c’est le déchet de brique rouge, le broyage de brique faite au niveau des laboratoires des travaux publics du sud Ghardaïa (LTPS SUD) par le broyeur. La figure représente la brique utilisée dans cette recherche.



photo.II.9. Poudre du brique utilisée dans cette recherche

II.4 La méthode que nous avons utilisée pour le recyclage le déchet de brique

II.4.1 A .Le processus de collecte des déchets de briques :

La première chose est que nous collectons les déchets de briques impropres et cassées dans les usines de fabrication de briques, car il est normal que lors de la fabrication de superbes briques, il y ait de gros déchets dans chaque processus de fabrication, et nous collectons également les déchets de briques des gravats des maisons démolies.



Photo .II.10. Déchet de brique

II.4.2 B. Processus de concassage de brique:

Après le processus de collecte, nous mettons les chutes de briques dans la machine de concassage de pierre (concasseur) et nous obtenons de petits granules des briques.



photo.II.11. La machine de concasseur des briques



Photo .II.12. Les granules des briques que nous obtenus De la machine concasseur

Dans ce procédé, nous tamisons la poudre et les granulés hétérogènes des briques à l'aide du tamis n°1 , d'obtenir des granulés plus petits que les précédents .



Photo .II.13.Poudre de brique après le tamisage

II.4.3 c. processus de broyage de briques par la machine micro-Duval :

Et le dernier processus de craquage a lieu dans une machine micro-Duval... où nous mettons les dernières briques que nous avons passées dans le tamis n°1 et mettons 1 kilogrammes des briques avec 500 grammes de granulés de fer, puis il tourne 2000 tours. Et enfin, nous obtenons de la poudre et des granulés très fins à partir de brique d'argile hétérogène .



Photo .II.14.Granulés de brique dans le Moule de la machine de Micro Duval avec granulés de fer



Photo .II.15. La Machine Micro Duval

II.4.4 La masse volumique de déchet de brique :

Les essais de caractérisation du déchet de brique sont effectués au laboratoire des travaux publics du sud Ghardaïa (LTPS SUD) et sont regroupées sur le tableau :

Tableau.II.7 Masse volumique du brique

Masse volumique absolue ρ_s	Masse volumique apparente ρ_a
2,47 g/cm ³	1,05g/cm ³

II.4.4.1 Analyse granulométrique (NFP 94-056):

Tableau.II.8 Les résultats d’analyse granulométrique du brique utilisée

Tamis(mm)	Refus partiels (g)	Refus cumulés		Tamisât (%)
		(g)	%	
5	0	0	0	100
2	0	0	0	100
1	0	0	0	100
0.4	1.03	1.03	1.21	100
0.2	0.54	1.57	0.31	100
0.1	6,93	8.50	1.7	98
0.08	32.60	41.10	8.22	92

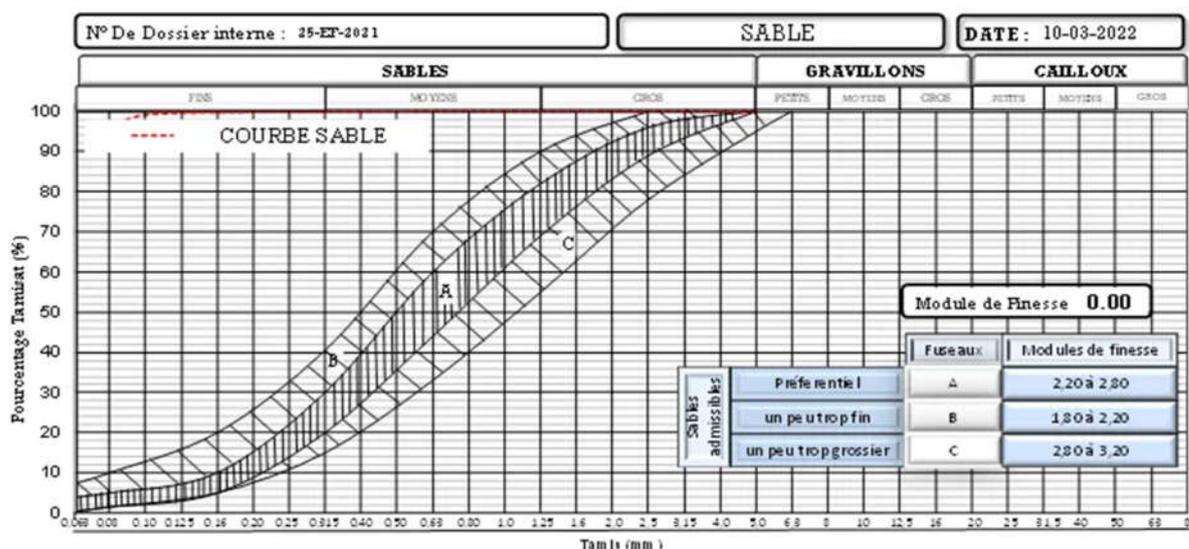


Figure. II.4.La courbe granulométrique du Brique utilisé

II.4.4.2 Essai sédimentométrie NFP 94-056

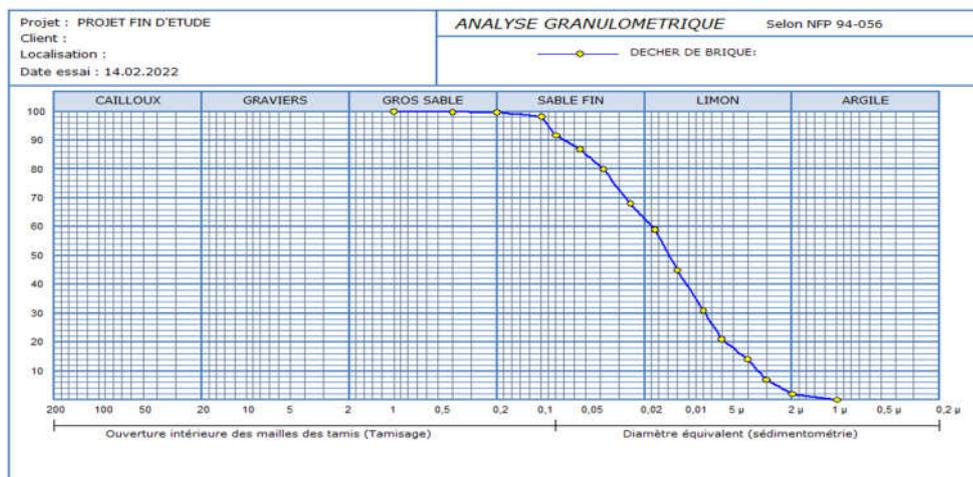


Figure.II.5. Le graphe de sédimentométrie de déchet de brique utilisé

II.4.4.3 Analyse chimique de déchet de brique [EN P 15 – 461] :

Les essais de caractérisation du déchet de brique sont effectués au laboratoire des travaux publics du sud Ghardaïa (LTP S SUD) et sont regroupées sur le tableau

Tableau.II.9 Analyse chimique de déchet de brique

	Echantillon	Déchets de brique
INSOLUBLES NFP 15-461	Creuset +précipité	31.603
	Creuset vide	1.20
	Poids de résidu	3
	Insolubles	77.4
SULFATES BS 1377	Creuset +précipité	29.958
	Creuset vide	29.923
	Poids de résidu	0.035
	Sulfates (SO3)	1.20
CARBONATES NEP 15-461	CaCO2 %	3

PET :

Le polymère utilisé dans cette étude, est le poly-téréphtalate d'éthylène connus sous le nom commercial PET. Il s'agit d'un déchet ramené de l'usine AMMOURI situé dans la région ouest de Laghouat. Ce PET est obtenu par le broyage très fin des ceintures de sertissage. Il possède une température de fusion d'environ 248 °C. Dans ce document, les déchets que nous utilisons dans cette recherche



Photo .II.16. PET utilisée

Avant son utilisation dans la confection des bétons, le poly téréphtalate d'éthylène broyé a été soumis à des essais de laboratoire à savoir : les masses volumiques apparente et absolu.

II.4.4.4 Détermination de la masse volumique apparentes et la masse volumique absolus :

Les essais de caractérisation des PET sont effectués au laboratoire des travaux publics du sud GHARDAIA (LTPS SUD) sont regroupées sur le tableau II.6ci-dessous .L'essai est réalisé selon la Norme NFP18-555

Tableau.II.10.Masse volumique du PET

Masse volumique absolue ρ_s	Masse volumique apparente ρ_a
1,16 (kg/m ³)	0,20 (kg/m ³)

II.5 Composition de mortiers :

II.5.1 Composition du mortier témoin :

Tableau. II .11. La composition optimal du mortier de témoin

E/C	Sable(g/cm3)	Ciment(g/cm3)	Eau(gc/cm3)
50%	1350	450	225
55%	1350	450	247,5

II.5.2 Composition du mortier avec déchet de brique :

Tableau.II.12.Compositions des mortiers pour pourcentages de déchet de brique.

B%	Sable	Ciment	Brique	Eau
T tém0%	1350	450	0	247,5
5%	1350	427,5	22,5	247,5
10%	1350	405	45	247,5
15%	1350	382,5	67,5	247,5

II.5.3 Composition du mortier avec déchet de plastique PET :

Tableau.II.13.Compositions des mortiers pour pourcentages de déchet de brique.

PET%	Sable	Ciment	PET2	Eau
T tém 0%	1350	450	0	247,5
5%	1282,5	450	67,5	247,5
10%	1215	450	135	247,5
15%	1147,5	450	202,5	247,5
20%	1080	450	270	247,5

II.5.4 Composition du mortier avec déchet de brique et déchet de plastique PET :

Tableau.II.14.Compositions des mortiers pour pourcentages brique 5%

%	Sable	Ciment	Brique	PET	Eau
5%	1321,4	427,5	22,5	28,6	247,5
10%	1292,8	427,5	22,5	57,2	247,5
15%	1264,2	427,5	22,5	85,8	247,5
20%	1235,6	427,5	22,5	114,4	247,5

Tableau.II.15.Compositions des mortiers pour pourcentages brique 10%

%	Sable	Ciment	Brique	PET	Eau
5%	1321,4	405	45	28,6	247,5
10%	1292,8	405	45	57,2	247,5
15%	1264,2	405	45	85,8	247,5
20%	1235,6	405	45	114,4	247,5

Tableau.II.16.Compositions des mortiers pour pourcentages brique 15%

%	Sable	Ciment	Brique	PET	Eau
5%	1321,4	382,5	67,5	28,6	247,5
10%	1292,8	382,5	67,5	57,2	247,5
15%	1264,2	382,5	67,5	85,8	247,5
20%	1235,6	382,5	67,5	114,4	247,5

II.6 Préparation du mortier

II.6.1 Pesage des composants du mortier

Dans un premier temps nous avons pesés individuellement tous les composants du mortier pour chaque formulation du tableau



Photo .II.17. Pesage des composants du mortier

II.6.2 Malaxage des composants du mortier

Pour le malaxage des constituants, un malaxeur à mortier de capacité 5 litres a été utilisé avec le séquençage suivant :

Le mélange (ciment et-eau et l'adjuvant) est mélangé pendant 30 secondes à vitesse lente à l'aide d'un Malaxeur à mortier normalisé. Le mélange (sable carrière +PET+ déchet de brique) bien homogénéisé est ensuite introduit graduellement pendant 10 secondes, on reprend le malaxage pendant 30 seconde a vitesse rapide puis un arrêt pour racler les parois et le fond de la cuve pendant 15 Secondes. On reprend ensuite le malaxage pendant 30 Secondes à vitesse lente puis 02 minute à vitesse rapide afin d'homogène la pâte. La mise en moule doit se faire immédiatement après l'essai de maniabilité dans notre cas dans des moules normalisés .



Photo .II.18. Malaxeur électrique utilisée dans la fabrication du mortier [Labo Béton –LTPS]

II.6.3 Coulage des éprouvettes

Dans ce travail nous avons confectionnés 20 éprouvettes de dimensions (4 x 4 x 16) cm dans des moules de dimensions respectives. (Voir figure) .



Photo .II.19. Moule (4 x 4 x 16) cm

Étapes de coulage des éprouvettes

Le coulage des éprouvettes s'est fait en quatre (3) tapes ci-dessous :

- **Première étape :**

Dans un premier temps nous avons mis en place les moules puis les avons lubrifié avec de l'huile à moteur 40 afin que le mortier ne se colle pas aux parois des celles-ci. (Voir figure)



Photo .II.20. Lubrification des moules

- **Deuxième étape**

Dans cette étape, nous versons le mortier dans le moule ,puis mettons le moule dans l'appareil à chocs . (Voir figure)



Photo .II.21. Remplir le moule et le mettre dans l'appareil à chocs

- **Troisième et dernière étape**

Après avoir installé le moule, on le laisse vibrer sur l'appareil pendant 60 secondes et il s'arrête automatiquement.

II.6.4 Démoulage et conservation des éprouvettes :

Après 24 h les éprouvettes sont démoulées, et immergées dans un bassin d'eau et on les place dans la chambre de conservation conditionnée à la température de $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ et à l'humidité relative de $97\pm 5\%$ pour une durée de 28 jours.



Photo .II.22. Démoulage des éprouvettes



Photo .II.23. Nommer les éprouvettes pour conserver dans la chambre humide



Photo .II.24 . Chambre humide a LTPS

II.6.5.1 Les essais réalisés

II.6.5.2 Essai physique

❖ Essai la Masse Volumique apparent sèche:

La masse volumique des bétons légers est l'une des caractéristiques les plus importantes. Sur la base de cette caractéristique nous pouvons classer notre béton et indiquer son domaine d'application. Elle est définie comme le rapport de la masse de l'échantillon à son volume apparent à l'état sec. Les masses sèches des mortier durci sont été déterminées paressée après 28 jours de séchage ont été déterminées par pesée de séchage à l'étuve à 55°C jusqu'à masse constante.

On détermine la masse volumique juste avant l'essai mécanique aux, on détermine la masse volumique est donnée par la formule suivante :

$$P=(M/V)$$

- ✓ M:massedel'éprouvette.
- ✓ V: volume de l'éprouvette

❖ Essai d'absorption d'eau par capillarité

Les essais d'absorption capillaires sont également intéressants et faciles à effectuer. Ils renseignent globalement sur la structure et sur l'importance du réseau capillaire. Ils sont aussi utilisés en complément d'autres essais pour caractériser la durabilité du mortier.

L'essai d'absorption capillaire a été réalisé conformément au mode opératoire de la norme européenne NF EN 480-5. Il consiste à déterminer le taux d'absorption par remontée capillaire, due à la force de succion, d'une éprouvette de dimension (4 x 4 x 16) cm du mortier posée à sa base sur de petits supports de telle manière que seuls les 5 premiers millimètres du bas de l'éprouvette soient immergés, Figure .II.22. .

On mesure alors l'augmentation de la masse de l'éprouvette onction du temps jusqu'à 24h. A chaque échéance, l'éprouvette est sorti du récipient ,pesée(M) et replacée dans le récipient en position vertical.

L'équation de calculé de cette essai suivante:

$$\frac{(MA-M0)*100}{M0}$$

M0: lamassesèche.

MA : la masse humide au moment de la mesure.

L'absorption d'eau en masse : exprimée en%.



Photo .II.25. Essai d'absorption d'eau par capillarité

II.6.5.3 Essais mécaniques

❖ Essai de traction par flexion

Des éprouvettes de dimensions (4 x 4 x 16) cm ont été utilisées pour la détermination de la résistance à la traction. Les mesures sont faites sur une presse qui répond aux normes en vigueur, munie d'un banc de flexion à 3 points. Cet essai permet de déterminer la résistance à la traction par flexion du mortier étudié. C'est l'essai le plus couramment utilisé. Il consiste à rompre en flexion une éprouvette.

Les résistances à la traction du mortier durci ont été évaluées à 28 jours en utilisant une machine de résistance à la flexion permettant d'appliquer des charges jusqu'à 20 KN, pourvue d'un dispositif de flexion à 3 points (Figure.II.23). La valeur de la résistance considérée constitue la moyenne de la contrainte d'écrasement de trois éprouvettes.

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

$$R_t = 1,5F_f.L / b^3$$

R_t: Résistance à la traction en MPA.

F_t: Charge à la rupture en N.

L : Distance entre axes des rouleaux d'appuis de l'éprouvette 40x40x160 mm (L= 100 mm).

b: Largeur de la section carrée du prisme en mm (b = 40 mm).

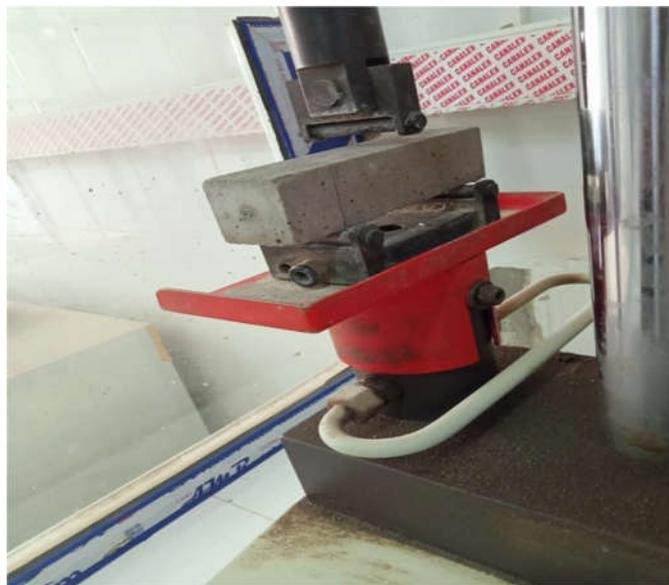


Photo .II.26. Dispositif de l'essai mécanique de rupture par flexion



Photo .II.27.composition d'un mortier trouvés dans notre mortier

II.6.5.4 Essai de compression

La résistance à la flexion d'un mortier est déterminée par chargement en trois points jusqu'à la rupture d'éprouvettes moulées en mortier durci.

La résistance à la compression du mortier est déterminée sur les deux parties résultant de l'essai de résistance à la flexion.

L'essai a pour but de connaître la résistance à la compression.

L'éprouvette étudiée est soumise à une charge croissante jusqu'à la rupture.

La charge de rupture est la charge maximale enregistrée au cours de l'essai. Les résistances en compression ont été évaluées à 28 jours en utilisant une machine d'essai en compression hydraulique permettant d'appliquer des charges jusqu'à 150 KN, pourvue d'un dispositif de compression pour les moules de mortiers (figure II.25). La valeur de la résistance considérée constitue la moyenne de la contrainte d'écrasement de trois éprouvettes.

La résistance à la compression est calculée selon l'équation.

$$\underline{R_c = F_c / b^2}$$

R_c: résistance à la compression en (MPa).

F_c: Charge de rupture en (N).

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

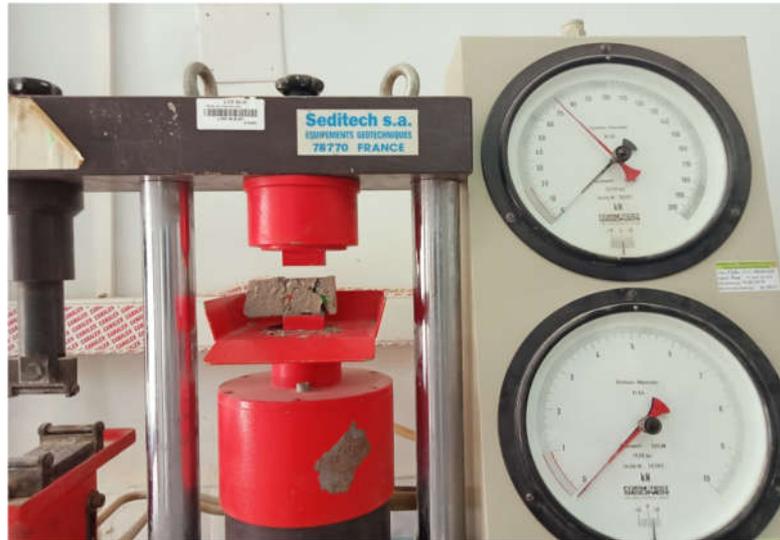


Photo .II.28. Dispositif de l'essai mécanique de Compression

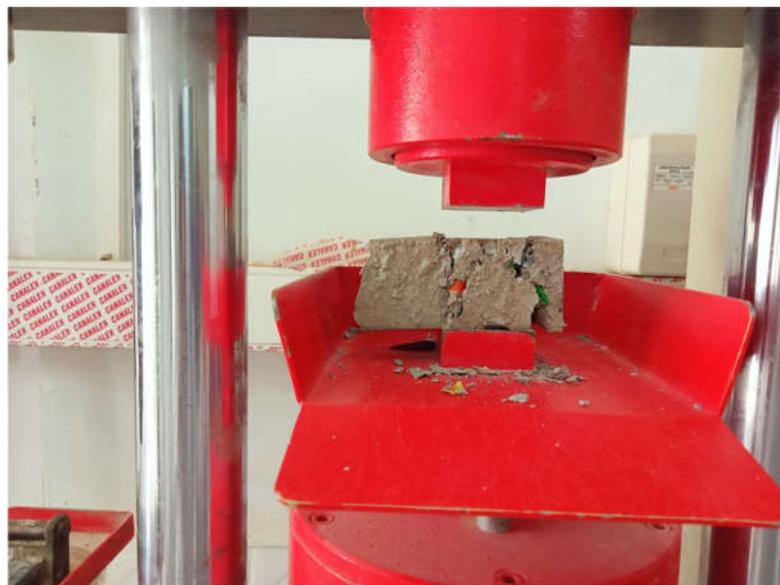


Photo .II.29. Essai de compression réalisé sur les éprouvettes (4 x 4 x 16) cm

II.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents matériaux utilisés dans le cadre de cette étude, ainsi que le détail des différentes formulations utilisées pour la réalisation de notre campagne expérimentale: études des propriétés physiques et mécaniques.

CHAPITRE III :
DISCUSSION ET RESULTATS EXPERIMENTAUX

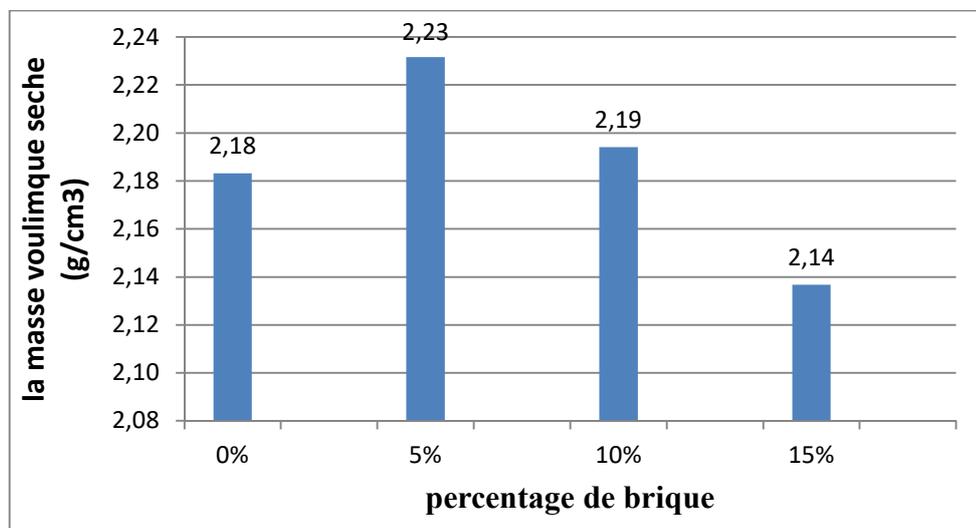
III.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de travaux pratiques réalisés au niveau du laboratoire LTPS. Notre étude vise à étudier les propriétés physiques et mécaniques basées sur l'ajout de briques et de déchets plastiques. Afin de voir l'effet des additifs sur les propriétés du mortier, comparer les résultats avec les résultats du mortier ordinaire (témoin).

III.2 Les propriétés physiques :

III.2.1 le résultat de la masse volumique sèche :

❖ Variation de déchet de brique :



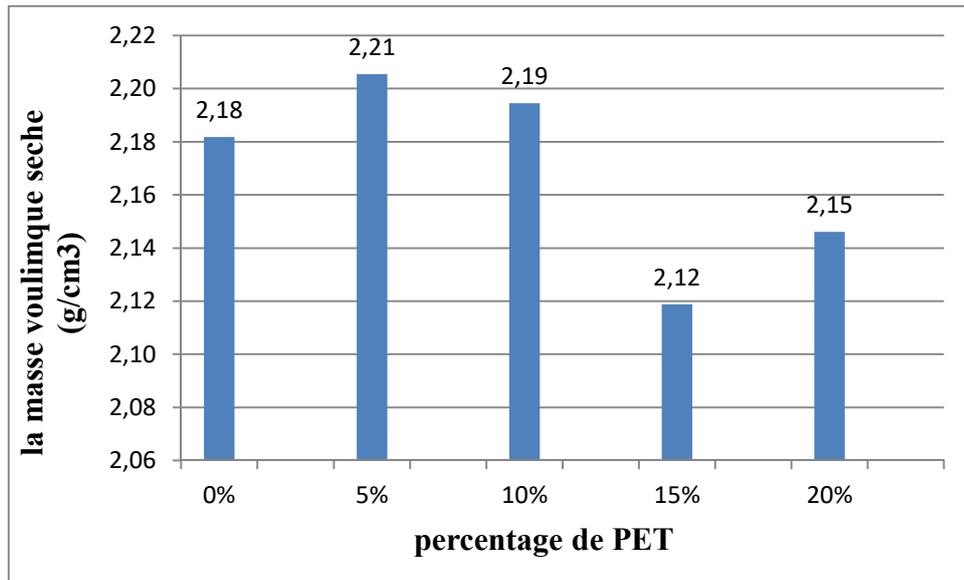
Graphe.III.1.Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage déchet de brique

Interprétation des résultats :

On peut voir sur les graphiques que la densité sèche du matériau diminue légèrement lorsque la dose de briques de substitution en ciment est augmentée dans des proportions différentes(5%, 10%, 15%).

Cela est dû au fait que les briques ont les mêmes caractéristiques que le ciment

❖ **Variation de PET:**



Graphe.III.2.Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage de PET

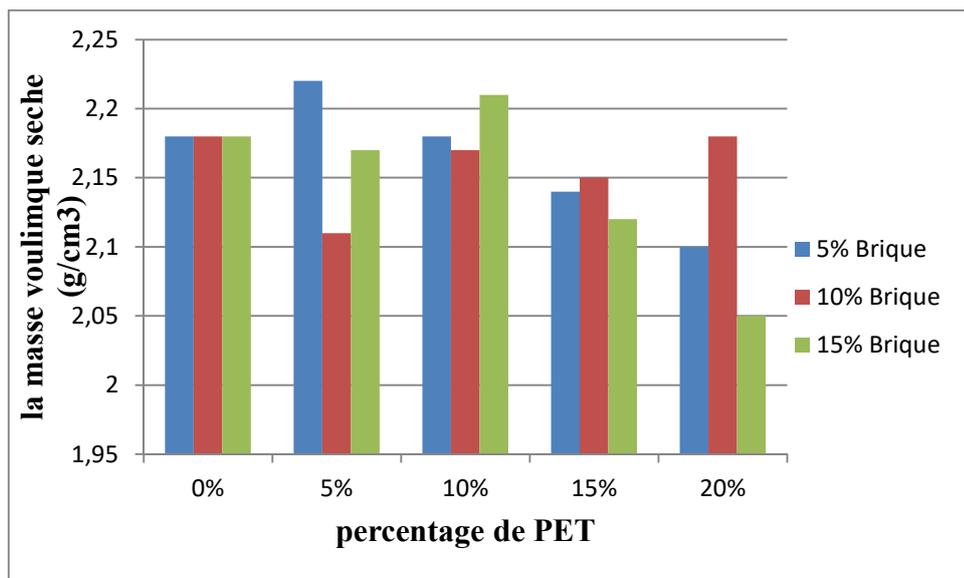
Interprétation des résultats :

On peut voir sur la figure que la densité sèche du matériau diminue légèrement lorsque la dose de PET alternatif dans la carrière est augmentée.

La densité est successivement réduite dans des proportions de PET (5%, 10%, 15%, 20%).

Bien que ce taux de réduction soit faible ; La quantité d'agrégats de PET n'est plus observée Elle augmente, avec une densité décroissante, en raison de la nature légère des amas de PET.

❖ **Variation de pet et déchet de brique :**



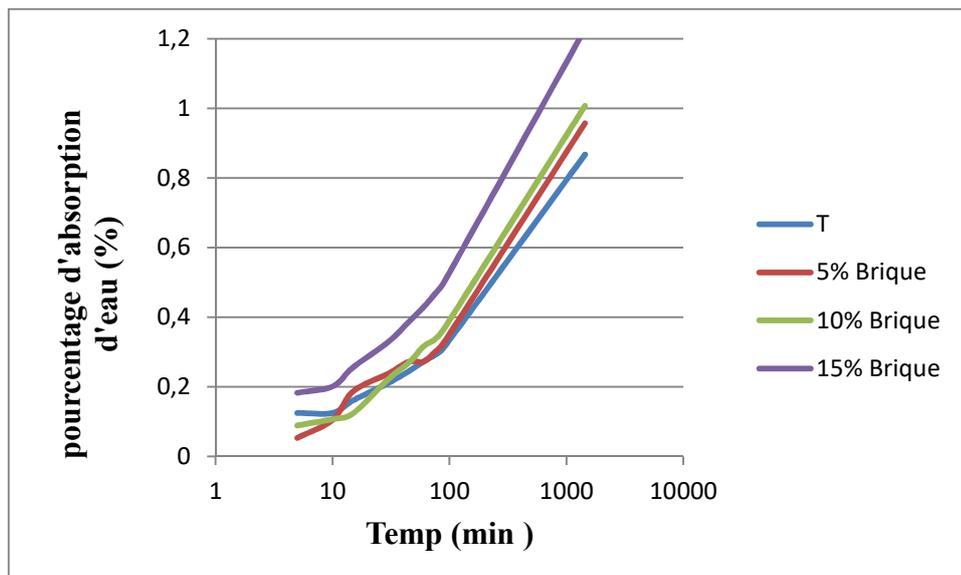
Graphe .III.3.Évolution de la masse volumique sèche en fonction du de pourcentage de déchet de brique et PET

Interprétation des résultats :

Nous remarquons à partir de la figure des résultats consignés que :

- Lors de l'ajout de 5% de briques, nous avons enregistré la densité la plus élevée étant 5% de PET ajouté par rapport à l'échantillon témoin, puis diminuant avec l'introduction de PET en pourcentage.
- Lors de l'ajout de 10% de briques, nous avons enregistré la densité la plus élevée de 20% de PET ajouté par rapport à l'échantillon témoin et aux autres échantillons.
- Lorsque 15 % de brique ont été ajoutés, nous avons enregistré la densité la plus élevée étant 10 % d'additif PET par rapport à l'échantillon témoin, puis diminuant avec l'introduction de PET en pourcentage.

Ce que nous retirons de l'utilisation de briques au lieu de ciment et de PET au lieu de sable, c'est que la densité est meilleure lorsque les briques sont à 5 % et le PET à 5 %.

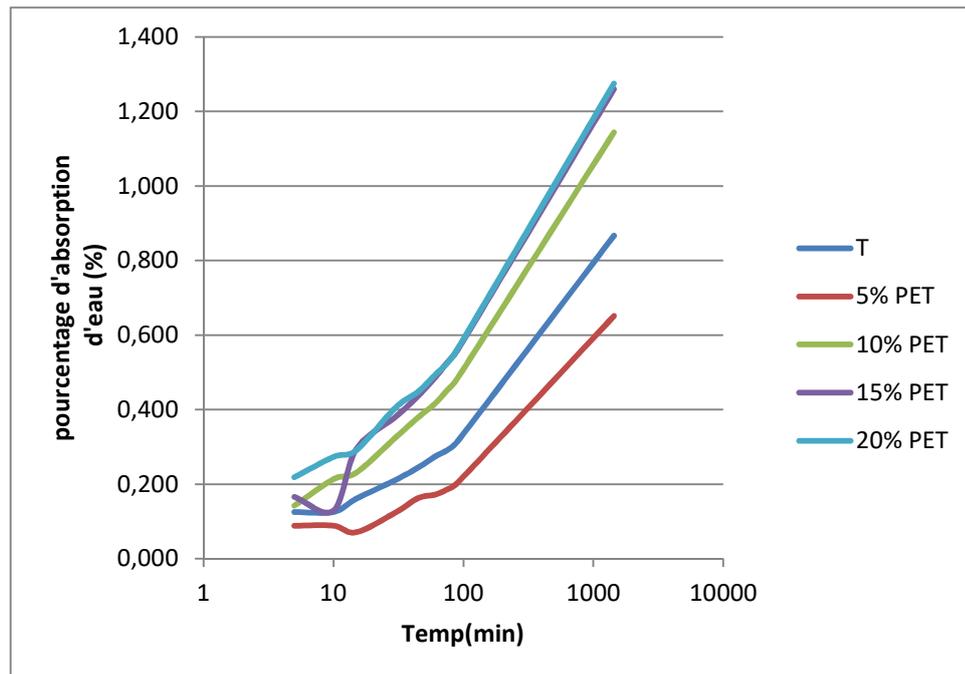
III.2.2 Le résultat de d'absorption d'eau par capillarité**❖ Variation de déchet de brique :**

Graphique .III.4. Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de déchet de brique .

Interprétation des résultats :

D'après les résultats présentés dans le graphique, on peut voir que le processus d'absorption d'eau augmente avec le temps et avec une augmentation de la quantité de briques dans le mortier.

Peut-être est-ce dû à La qualité de cette brique est qu'elle absorbe l'eau

❖ Variation de PET:

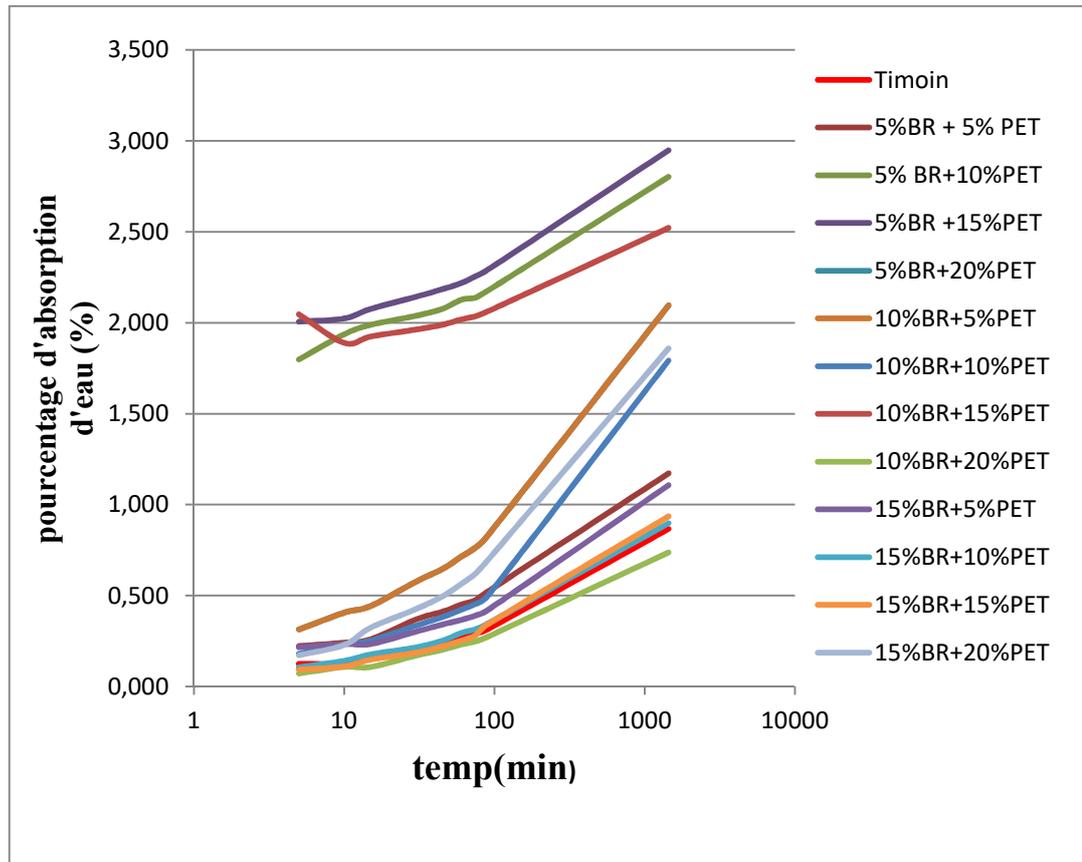
Graphe .III.5. Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de PET .

Interprétation des résultats :

D'après les résultats présentés dans les graphiques, on peut voir que le processus d'absorption d'eau augmente avec le temps et avec l'augmentation de la quantité de PET dans le mortier.

Probablement à cause de la possibilité de vides dus à la présence de PET, donc Ces espaces sont remplis d'eau.

❖ Variation de pet et déchet de brique :



Graph .III.6.Evolution de l'absorption d'eau en fonction du temps et du pourcentage de déchet de brique et PET .

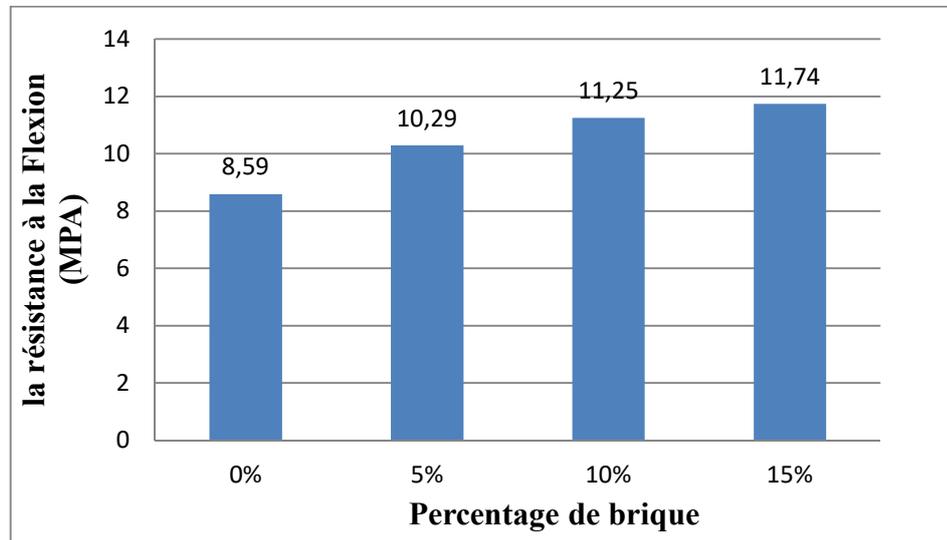
Interprétation des résultats :

D'après le graphique, nous remarquons que le processus d'absorption d'eau augmente avec le temps. Comme nous avons enregistré une plus grande absorption d'eau dans les échantillons contenant de grandes proportions de briques. La première hypothèse est que la qualité de cette brique est qu'elle absorbe de l'eau, et la deuxième possibilité est peut-être due à la présence de vides dus à la présence de PET, et d'onces vides sont remplis d'eau.

III.3 Les propriétés mécanique :

III.3.1 Le résultat de Résistances à la traction par flexion :

❖ Variation de déchet de brique :



Graphes .III.7.Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de déchets de briques.

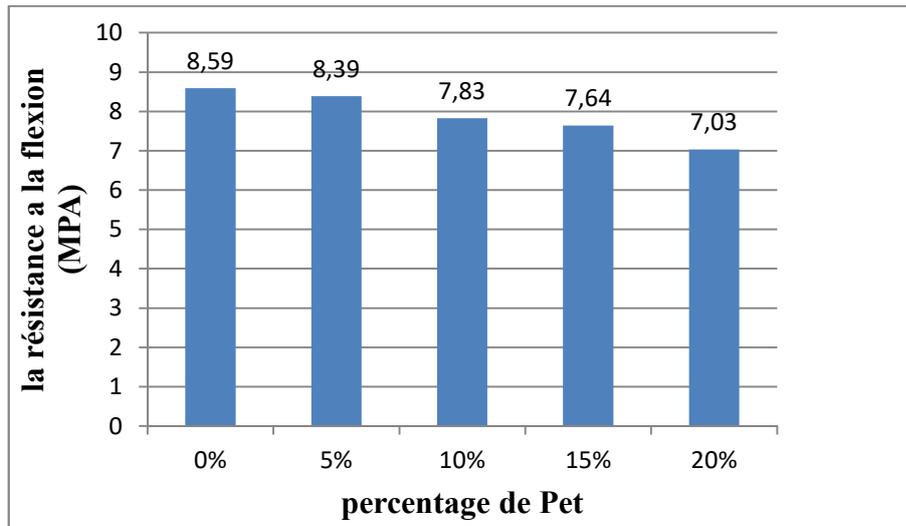
Interprétation des résultats :

Les résultats présentés dans le graphique représentent l'évolution de la résistance à la flexion en fonction du pourcentage de résidus de briques après 28 jours.

Augmentation de la résistance mécanique à la flexion avec augmentation de la teneur supplémentaire en briques jusqu'à une valeur maximale de 11,74 MPa.

Cette résistance est meilleure pour les mortiers que pour le mélange témoin

❖ Variation de PET :



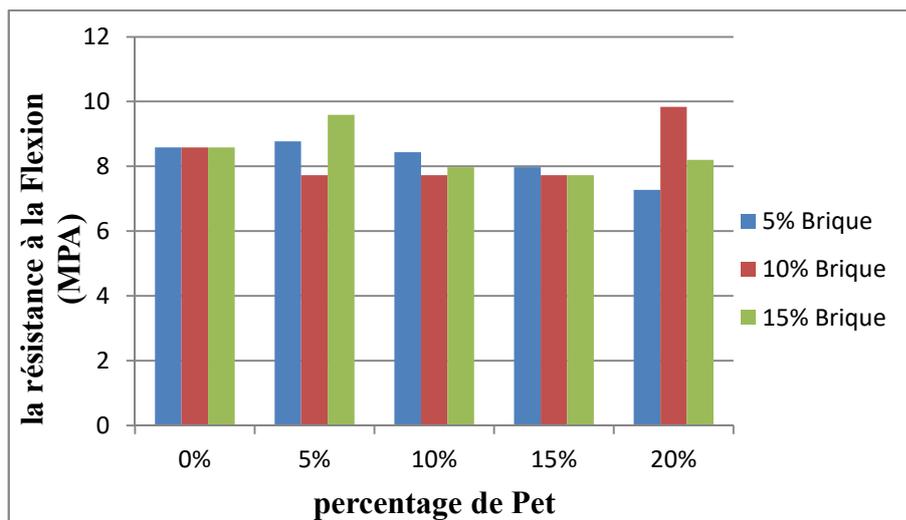
Graphe .III.8. Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de PET

Interprétation des résultats :

Les résultats présentés dans le graphique représentent l'évolution de la résistance à la flexion en fonction du pourcentage de PET après 28 jours.

diminution de la résistance mécanique à la flexion avec augmentation de la teneur en PET ajoutée, Cette diminution est due au taux plus élevé de mise en place partielle de sable avec PET

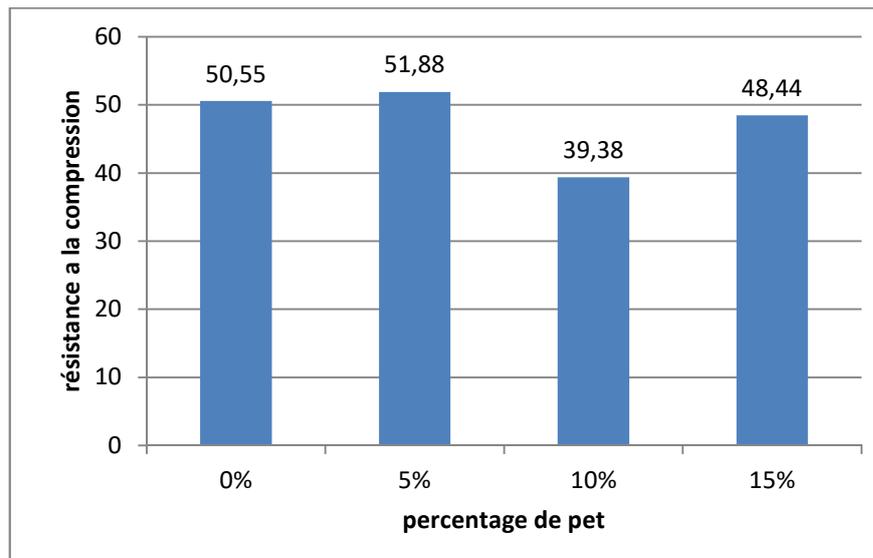
❖ Variation de pet et déchet de brique :



Graphe .III.9. Variation de la résistance à la flexion après 28 jours et pourcentage de déchet de brique et PET

Interprétation des résultats :

Les résultats présentés dans le graphique représentent l'évolution de la résistance à la flexion où l'on remarque que les résultats sont proches avec l'augmentation du pet et des briques pour le mélange témoin

III.3.2 Le résultat de Résistances à la Compression**❖ Variation de déchet de brique :**

Graphe .III.10.Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de déchets de briques.

Interprétation des résultats :

Les résultats présentés dans le graphique représentent l'évolution de la résistance à la compression en fonction du pourcentage de résidus de briques après 28 jours.

Où l'on remarque que la résistance mécanique à la compression est supérieure de 5% à celle des briques rapportées qui est de 51,88 MPa.

Cette résistance est meilleure pour les mortiers que le mélange témoin et les autres échantillons

❖ Variation de PET :

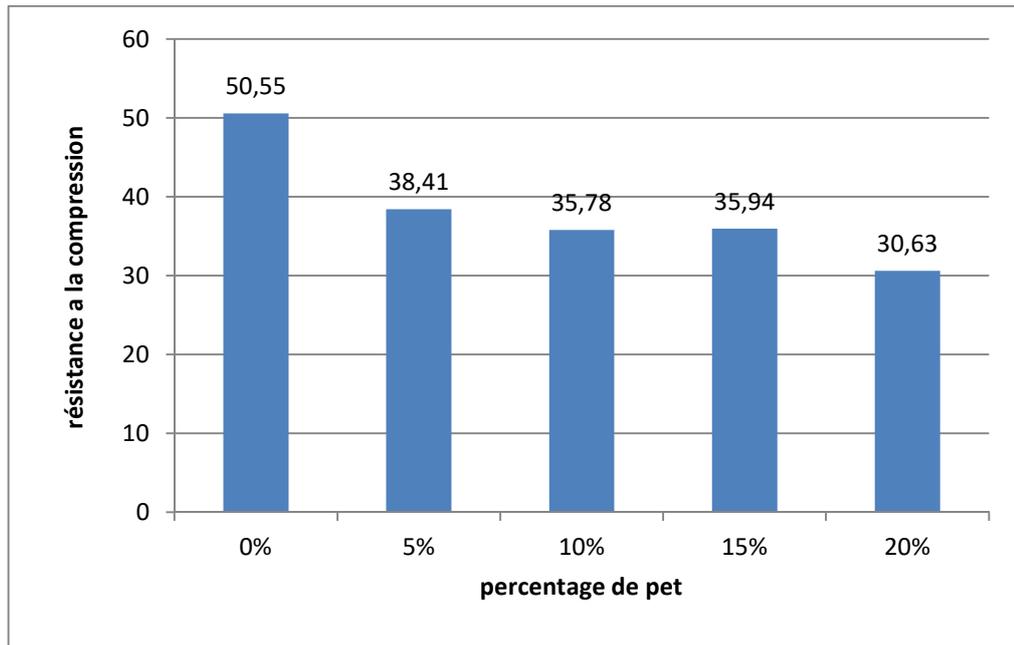


Figure .III.11. Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de PET

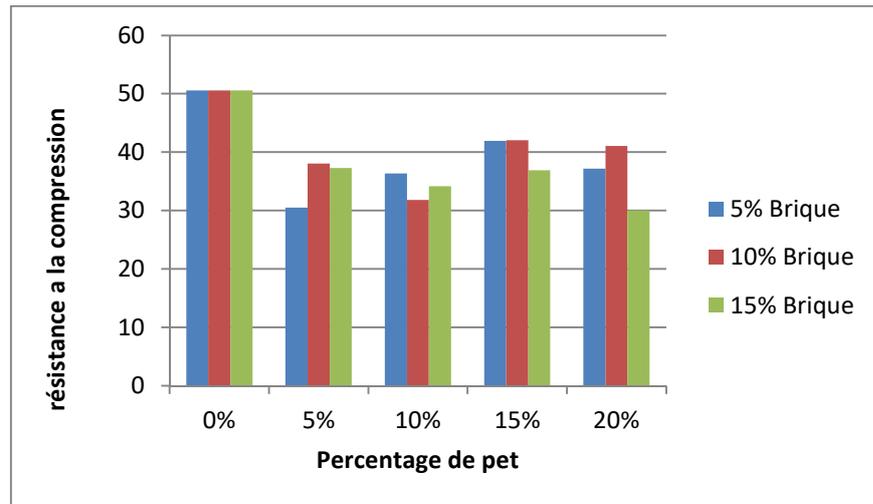
Interprétation des résultats :

Les résultats présentés dans le graphique représentent l'évolution de la résistance à la compression en fonction du pourcentage de PET après 28 jours.

La résistance mécanique à la compression diminue à mesure que la teneur en PET supplémentaire augmente

Peut-être en raison de la présence de vides et donc d'une augmentation du volume d'air après solidification, ce qui signifie une diminution de la résistance

❖ Variation de pet et déchet de brique :



Graph .III.12. Variation de la résistance à la compression après 28 jours et pourcentage de déchet de brique et PET

Interprétation des résultats :

On remarque sur le graphique que les résultats de compactage sont légèrement inférieurs aux résultats de prise, cela peut être dû au fait qu'il y a des vides dans la profondeur du lisier pour la présence de l'élément plastique car le type de plastique que nous avons utilisé est aussi un plat et un élément lisse ce qui signifie que le processus d'adhérence n'est pas aussi fort entre le sable et le plastique.

Et peut-être lors de l'évaluation des briques au lieu du ciment. Il existe une déficience dans le processus de réaction chimique entre le ciment et l'eau car le pourcentage de ciment présent n'est pas suffisant pour qu'une réaction chimique ait lieu complètement.

CONCLUSION GENERALE

Le mortier est l'un des matériaux les plus importants utilisés dans la construction. L'accumulation de déchets de toutes sortes est un défi, et leur exploitation optimale est la solution.

Dans ce travail, une étude a été menée sur la valorisation des déchets de briques et plastiques en industrie du mortier.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'effet combiné des briques et des déchets plastiques
Comportement du mortier.

L'étude était basée sur la comparaison du comportement d'un mortier ordinaire avec celui d'un mortier de brique broyé en mortier de production avec des taux de substitution allant de 5% à 15%

En fonction du poids du ciment, et des déchets plastiques avec des taux de remplacement allant de 5% à 20% selon le poids du sable par rapport à leurs performances à l'état neuf et traité au mortier ordinaire comme témoin.

Les résultats de recherches précédentes ont montré des commentaires sur cette étude qui incluent ce qui suit :

- Lorsque nous entrons dans 5% des briques, cela nous donne une densité élevée Faible taux d'absorption d'eau. Et lorsque le pourcentage massique de briques augmente, La densité diminue et l'absorption d'eau augmente
- Et quand on L'utilisation le PET, cela nous donne une faible densité et une grande porosité, et on en conclut que plus le pourcentage de PET augmente, plus il y a de vides dans le mortier
- Nous concluons de l'utilisation de briques au lieu de ciment Meilleure résistance mécanique lors de l'utilisation de briques à 5 %.
- Et lorsque quand on L'utilisation du PET et le déchet de brique ensemble dans la mortier, nous obtenons une résistance à la compression et flexion un peu moins que Témoin.
- Nous concluons également que le mortier avec le PET nous donne un mortier léger Enfin nous pouvons conclure au terme de cette étude que l'introduction des déchets de briques

Il donne des résultats acceptables pour les nouvelles propriétés sur lesquelles nous pouvons compter dans les opérations de construction

Et nous pouvons également compter sur des résidus de mortier à base de PET et des résidus de briques Endroits qui ne sont pas soumis à une résistance mécanique importante.

Notre objectif est toujours d'économiser et de réduire les coûts afin d'atteindre les objectifs environnementaux d'économie de clinker et de réduction des émissions de dioxyde de carbone.

Recommandations et perspectives :

A l'issue de ces conclusions, nous recommandons la poursuite de ces travaux, notamment les points suivants :

- Elargir l'étude de la durabilité des mortiers avec ajouts
- Etudier la conductivité thermique

Référence bibliographie

- [1] **BEN MOSTEFA FATIMA, BOUHAFS KHEIRA** « Etude de la Durabilité des mortiers à base de pouzzolane » Mémoire de Master, Universitaire Belhadj Bouchaib d'AinTemouchent, Année 2016/2017.
- [2] <http://www.betons-lemagazine.fr/Page=abc>.
- [3] **Ali BOUACIDA Loucif**. «Effet de la qualité de ciment sur les propriétés mécaniques du béton». Mémoire de magister, Centre Universitaire de Tébessa.
- [4] **WILLIAM.D, CALLISTER.JR** « Science et génie des matériaux » modulo Editeur, 2001
- [5]. **ABLOCRETE**, « **Béton de sable** », **Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1994, France**
- [6] **MR. MAZA MEKKI**...Influence de l'énergie de vibration sur le mortier à base sable mixte
- [7] **SADHOURI, F, GOUFI, N, & GUEZZOULI, A**. Valorisation de l'utilisation des sables concassés par analyse des propriétés des mortiers et des bétons. SBEIDCO-1st. In : International conférence on sustainable built environment infrastructures in developing countries, ENSET Oran(Alegria).2009.p.247-57.
- [8] **Utilisation des sables de concassage dans les bétons Université de Tunis El Manar, Laboratoire de génie civil, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis**
- [9] **Zerrouki Imane, Refice Sara** « L'influence de sable substitué par du briques sur l'évolution des propriétés physiques et mécaniques des mortiers soumis à de hautes températures » Mémoire master Académique Année universitaire : 2020 /2021.
- [10] **HEMIL, SAMIR** «EFFET COMBINE DES BILLES DU POLYSTYRENE ET LES FIBRES.
- [11] **Jean FESTA, Georges DREUX**, nouveau guide du béton et ses constituants, 8ème édition, EYROLLES, 2007.
- [12] **Melle DAD Celia** «Etude comparative de l'utilisation du sable de dune en substitution du sable de rivière : cas des mortiers normalisés » Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Année 2018/2019.
- [13] **BENCHIHEUB Djihen** « Contribution à l'étude de la compréhension des phénomènes et mécanismes d'action des effets des additions sur le comportement des matrices cimentaires » thèse de doctorat, Université 20 Août 1955-Skikda, Année 2018/2019.
- [14] **BOUALI, KHALED**, thèse de doctorat « Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires ». (2015), 108 PAGES.

- [15] **Ahmed Abdo Al-Eyani** «Valorisation du déchet de marbre et de verre comme additif dans la production du mortier »Mémoire de Master, Université Mohamed BoudiafM'sila,Année 2016 /2017.
- [16] **HAMEL DJAMEL, EDDINE BEN HAMMADI ILYES** « Étude physico-mécanique d'un mortier à base de sable de dune et déchets industrielles (déchet de brique et déchet de plastique PET) » Mémoire de Master, Année universitaire 2020/2021
- [17] **DERABLA Riad**«Propriétés physico – mécaniques des mortiers et des ciments élaborés à base de laitier granulé d'El Hadjar» mémoire En vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER.UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA.2002
- [18] **BOUALI Khaled** «Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires» mémoire de magister BOUALI Khaled Université du BOUMERDES. 2013/2014
- [19] **PDF réalisé par Zile-Marie Durosier Richard Bonneville.**
- [20] **Melle. ZANE Messaouda ; Melle. DJEMAA Nabila** « Elaboration et caractérisation d'un mortier léger par introduction de billes de polystyrène». UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ de Bouira ,Année 2018/2019
- [21] **LAIFAOUI Hadjer** « Comportement des bétons à base des granulats de déchets de brique concassé sous différents conditions de durcissement » mémoire Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi –Bordj Bou Arreridj 2016
- [22] **BENLENSAR Latifa et ABDOUNE Zohra** « Méthanisation des déchets organiques de restaurant de la résidence universitaire de l'université Africaine ADRAR 2017
- [23] . <https://fr.wikipedia.org/wiki/Déchets>
- [24] **PIMIANTA., P & REMOND.,** "Bétons de déchets : prévenir les risques", CSTB magazine, n°109, novembre 1997
- [25] **Valorisation des déchets industriels, chapitre 1**
- [26] **CNERIB** 'Valorisation des déchets de construction ' Rapport interne, Algérie, 2002.
- [13] **Husson B., Escadeillas G., Carles-Gibergues, A. and Vaquier, A.,** 'Stratégie
- [27] **.Courard L.,** 'Valorisation des déchets et sous-produits dans le génie civil', Notes de cours (Université de Liège, Faculté des Sciences Appliquées, Service des Matériaux de Construction, 1998,
- [28] **SABLOCRETE,** «Béton de sable», Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1994, France
- [29] **Suganthi, P., Chandrasekar, D.,** 2013. Utilization of pulverized plastic in cement concrete as fine aggregate

- [30] **SAITI Issam**, Étude d'un procédé d'élaboration d'un béton léger cellulaire à base de sable de dune de la région de GHARDAIA (2014)
- [31] **Bederina .M**, Caractérisation mécanique et physique des bétons de sables à base de déchets de bois. Thèse de doctorat, l'Enpd'Alger (2007)
- [32] **Salima KHELOUFI**, " étude de possibilités de recyclage de Déchets plastiques de la wilaya de Bejaia ", Thèse de magistère, Université A.MIRA –BEJAIA, Algérie, 2012.
- [33] **Sukontasukkul 06**: Sukontasukkul P and Chaikaew C., Properties of concrete block mixed with crum rubber. *Construction and Building Materials*, 20, 2006, pp. 450–457.
- [34] **GUENDOZ Mohamed**, (Contribution à la formation et à la caractérisation d'un éco-matériau de construction à base de déchets plastiques : application au béton de sable), Avril 2017.
- [35] **Belferrag Allaoua** , Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans les bétons de sable de dunes, 2006
- [36] **Albano et Al**, Influence of content particle size of waste pet bottles on concrete behavior at different w/c ratio, 2009.
- [37] **Saikia et Brito**, Influence of curing conditions on the durability-related performance of concrete made with selected plastic waste aggregates, 2012.
- [38] On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles E. Rahmani a , M. Dehestani a, □ , M.H.A. Beygi a , H. Allahyari a , I.M. Nikbin
- [39] **Barakat Abderrezak**, «valorisation des déchets de briques dans la réalisation des ouvrages en béton ». Mémoire de magister en génie civil, Université de Ouargla 05/11/2006
- [40] **Nacéri Abdelghani and Makhloufi Chikouche Hamina**, «Use of waste brick as a partial replacement of cement in mortar». *Waste management* 29.8 (2009): 2378-2384
- [41] Disponible sur : http://fr.wikipedia.org/wiki/Brique_%28mat%C3%A9riau%29
- [42] . manuel de sensibilisation à la restauration de la maçonnerie, juin 2006
- [43] **BOUREMA MOUFIDA** Intitulé : Etude des caractéristiques d'un BHP à base de déchet de brique rouge à l'état frais et durci
- [44] **Herizi Boudjmaa et Achour Mohamed** «Effet combiné des déchets de brique et de céramique sur le comportement du mortier» mémoire de master Herizi Boudjmaa et Achour Mohamed M'sila 2019/2020



50kg

Mokaouem
مقاوم بلوس **Plus**

ALGÉRIE

LAFARGE
Construis
des villes meilleures™



Ciment Portland

NA 442 - CEM I 42,5 N-SR 3

Mokaouem est un ciment gris résistant aux sulfates, résultat de la mouture d'un clinker contenant un faible taux d'aluminates de calcium avec une proportion de gypse inférieure à celle d'un ciment portland composé.

Mokaouem
NA 442 - CEM I 42,5 N-SR3

Mokaouem NA 442-CEM I 42,5 N-SR3 selon la NA 442 v 2013 et la EN 197-1II est conforme à la norme nationale NA 442 v 2013 et à la norme Européenne EN 197-1 avec un taux en C3A < 3%.

AVANTAGES PRODUIT



- Tout en étant un ciment de haute performance, *Mokaouem* protège la structure contre les agressions chimiques de l'environnement externe.
- Une meilleure durabilité pour les structures en béton.
- Une faible chaleur d'hydratation.

LH A member of
LafargeHolcim

APPLICATIONS RECOMMANDÉES

- Les fondations et les structures à réaliser dans un milieu agressif
- Les travaux maritimes
- Les stations de dessalement et d'épuration
- Les travaux hydrauliques
- Les barrages et les digues de soutènement collinaire



FORMULATION CONSEILLÉE

	Ciment 	Sable (sec) 	Gravillons (sec) 	Eau (litres) 
Dosage pour béton C25/30	X 1 	+ X7 	+ X5  + X4 	+ 25 L

Remarque: un bidon = 10 Litres

Formulation de béton à suivre dans le cas de l'absence d'une étude délivrée par un laboratoire*

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

• Analyses chimiques

	Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)	0,5 à 3 %
Teneur en sulfates (SO3) (%)	1,8 à 3
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)	1,2 à 3
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)	0,01 à 0,05

• Temps de prise à 20° (NA 230)

	Valeur
Début de prise (min)	> 60
Fin de prise (min)	240 à 400

• Composition minéralogique

	Valeur
Taux d'aluminate C3A	<3.0%

• Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥10
28 jours (MPa)	≥42,5

• Propriétés physiques

	Valeur
Consistance Normale (%)	25 à 28
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm ² /g) (NA231)	3200 à 3800
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1000
Expansion (mm)	≤2,0
Chaleur d'hydratation	<270J/g

Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent être considérées comme absolues

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

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

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



 A member of
LafargeHolcim

Conditionnement:  / 

LAFARGE ALGÉRIE

Bureau n°02, 16ème étage, tour Geneva,
les Pins maritimes, Mohammadia, Alger.
tél: + 213 (0) 21 98 54 54
Fax: + 213 (0) 23 92 42 94
www.lafargealgerie.com
dz.satisfaction-clients@lafargeholcim.com
Tél: 021 98 55 55

 **LAFARGE**
لافارج

BUILDING TRUST



NOTICE PRODUIT

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12

Superplastifiant/Haut Réducteur d'eau polyvalent pour bétons prêts à l'emploi.

INFORMATIONS SUR LE PRODUIT

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est un superplastifiant/haut réducteur d'eau polyvalent de nouvelle génération non chloré à base de copolymère acrylique.

DOMAINES D'APPLICATION

- Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 permet la fabrication de bétons plastiques à autoplaçants transportés sur de longues distances et pompés.
- Dans les bétons autoplaçants, Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 améliore la stabilité, limite la ségrégation du béton et rend les formules moins susceptibles aux variations d'eau et des constituants.

DESCRIPTION DU PRODUIT

Conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Fût de 230 kg • Cubi de 1100 kg • Vrac
Aspect / Couleur	Liquide brun clair à foncé
Durée de Conservation	12 mois dans son emballage d'origine intact.
Conditions de Stockage	A l'abri du gel. En cas de gel accidentel, le produit retrouve ses qualités d'origine une fois dégelé lentement et réhomogénéisé.
Densité	1,06 ± 0,01
Valeur pH	4,5 ± 1,0
Teneur Totale en Ions Chlorure	≤ 0,1 %
Équivalent Oxyde de Sodium	≤ 1 %

CARACTÉRISTIQUES / AVANTAGES

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est un superplastifiant puissant qui confère aux bétons les propriétés suivantes :

- longue rhéologie (>2h),
- robustesse à la ségrégation,
- qualité de parement.

AGRÈMENTS / NORMES

Marquage CE et NF selon la norme NF EN 934-2 tab 3.1 et 3.2.

PV CNERIB : DTEM/108/2017

Notice produit
Sika® ViscoCrete® TEMPO-12
Septembre 2021, Version 01.02
021305011000000110

RENSEIGNEMENTS SUR L'APPLICATION

Dosage	Plage de dosage : 0,2 à 3,0% du poids du liant ou du ciment selon la fluidité et les performances recherchées. Plage d'utilisation usuelle : 0,4 à 1,5 % du poids du ciment ou du liant.
---------------	---

VALEURS DE BASE

Toutes les valeurs indiquées dans cette Notice Produit sont basées sur des essais effectués en laboratoire. Les valeurs effectives mesurées peuvent varier du fait de circonstances indépendantes de notre contrôle.

ÉCOLOGIE, SANTÉ ET SÉCURITÉ

Pour obtenir des informations et des conseils sur la manipulation, le stockage et l'élimination en toute sécurité des produits chimiques, les utilisateurs doivent consulter la fiche de données de sécurité (FDS) la plus récente contenant les données physiques, écologiques, toxicologiques et autres données relatives à la sécurité.

aucune garantie de conformité à un usage particulier, ni aucune responsabilité découlant de quelque relation juridique que ce soit. L'utilisateur du produit doit vérifier par un essai sur site l'adaptation du produit à l'application et à l'objectif envisagés. Sika se réserve le droit de modifier les propriétés de ses produits. Notre responsabilité ne saurait d'aucune manière être engagée dans l'hypothèse d'une application non conforme à nos renseignements. Les droits de propriété détenus par des tiers doivent impérativement être respectés. Toutes les commandes sont soumises à nos conditions générales de vente et de livraison en vigueur. Les utilisateurs doivent impérativement consulter la version la plus récente de la Notice Produit correspondant au produit concerné, accessible sur internet ou qui leur sera remise sur demande.

INSTRUCTIONS POUR L'APPLICATION

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est ajouté, soit en même temps que l'eau de gâchage, soit en différé dans le béton préalablement mouillé avec une fraction de l'eau de gâchage.

RESTRICTIONS LOCALES

Veillez noter que du fait de réglementations locales spécifiques, les données déclarées pour ce produit peuvent varier d'un pays à l'autre. Veuillez consulter la Notice Produit locale pour les données exactes sur le produit.

INFORMATIONS LÉGALES

Les informations, et en particulier les recommandations concernant les modalités d'application et d'utilisation finale des produits Sika sont fournies en toute bonne foi et se fondent sur la connaissance et l'expérience que Sika a acquises à ce jour de ses produits lorsqu'ils ont été convenablement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales, conformément aux recommandations de Sika. En pratique, les différences entre matériaux, substrats et conditions spécifiques sur site sont telles que ces informations ou recommandations écrites, ou autre conseil donné, n'impliquent aucune garantie de qualité marchande autre que la garantie légale contre les vices cachés, ni

Sika El Djazair SPA
08 route de Larbaa
16111 Les Eucalyptus
ALGERIE
Tél: 0 21 50 16 92 à 95
Fax: 0 21 50 22 08
dza.sika.com



Notice produit
Sika® ViscoCrete® TEMPO-12
Septembre 2021, Version 01.02
021301011000000110

SikaViscoCreteTEMPO-12-fr-DZ-(09-2021)-1-2.pdf

