

**République Algérienne Démocratique et
Populaire**
**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**
Université Mohamed Bou DIAF M'SILA

Faculté des sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil

Option : Matériaux

Mémoire présenté Pour l'obtention du Diplôme de Master Académique

Par :

- **HABETA FOUZIA**
- **KADDOUR IMANE**

Intitulé

**L'utilisation de la brique recyclée et de la céramique dans la
formulation des mortiers**

Soutenue le : 26/06/2019

Pr. RAHMOUNI ZINE EL ABIDINE Université de M'sila Encadreur

Dr. TEBBAL NADIA Université de M'sila Co-Encadreur

Année Universitaire: 2018/2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Au nom Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le Clément et le Miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre professeur RAHMOUNI ZINE EL ABIDINE et Dr TEBBAL NADIA pour les orientations et les conseils qu'il a su nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.

Nous voudrions remercier tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à nos parents pour leur contribution pour chaque travail effectué.

Mes vifs remerciements iront aussi aux membres de jury qui nous feront l'honneur de traiter notre travail.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le Respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie cette mémoire de Master à :

A Ma Mère Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A Mon père : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A mon cher frère : Ismail.

A mes sœurs : Sara, Aicha et Amira.

A mes très chers amis En particulier : hana .

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Fouzia

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

A Celle qui m'a donné la vie et l'envie

de vivre, à celle qui m'a entouré de sa tendresse, à celle

qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation,

à ma très chère mère.

A Mon Cher Père

Cher père je me rappelle toujours de tous les moments

où tu m'a poussé à travailler et à réussir.

A celui qui a été toujours là pour moi

Mon adorable mari ziyed .

vraiment je le remercie pour sa présence

à mes côtés, pour son soutien, pour ses conseils,

pour l'attention qu'il me porte ,

pour sa grande gentillesse, pour sa générosité, pour son écoute,

pour la confiance qu'il me porte.

À Mes très chers frères :Salim et Rahal

À Mes sœurs :lila,nadia,khadra,abeer

A tous mes ami (es) son exception et spécialement pour

les étudiants du groupe

Génie des matériaux

Kāddour imāne

Sommaire

Remerciment	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Resumé	
Introduction général.....	1

Chapitre I : Etude bibliographique

I. 1-Introduction.....	2
I.2 -Les mortiers	2
I.3-Composants du mortier de maçonnerie.....	2
I.3.1-Le ciment.....	2
I.3.2-Les sable.....	2
I.3.3-L'eau	3
I.3.4-Les adjuvants.....	3
1.3.4.1- Intérêt des adjuvants.....	3
1.3.4.2-Classification des adjuvants	4
1.3.4.3-Le super plastifiant.....	5
1.3.4.4-Les avantages principaux de l'utilisation des super plastifiants.....	5
1.3.4.5-Facteurs affectant l'action des super plastifiants.....	5
I.3.5- Les ajouts.....	6

I.3.6 -Les liants.....	6
I.4-Le rôle d'utilisation du mortier.....	6
I.5- Classification des mortiers.....	7
I.5.1- Classification générale des mortiers.....	7
I.5-Les caractéristiques principales des mortiers.....	9
I.6-Emplois des mortiers.....	10
II.6.1Les joints de maçonnerie.....	10
II.6.2Les enduits.....	11
II.6.3Les chapes.....	11
II.6.4Les scellements et les calages.....	11
II.7 Conclusion.....	11

Chapitre II : Valorisation des déchets de démolition

II.1-Introduction.....	13
II.2-L'histoire du recyclage en dix dates.....	13
II.3-Déchets de la construction/démolition.....	14
II.4-Constitution chimique du déchet.....	15
I.5-Classifications des déchets.....	15
I.5.1 Distinction en fonction de l'activité à l'origine du déchet.....	16
I.5.1.1 Les déchets ménagers et assimilés (DMA).....	16
I.5.1.2-Les déchets industriels.....	16
II.5.2-Distinction en fonction de la nature du déchet.....	17
II.5.2.1-Les déchets dangereux.....	17
II.5.2.1-Les déchets toxiques en quantités dispersées (DTQD).....	17

II.5.2.3 -Les déchets non dangereux.....	17
II.6-Recyclage des déchets.....	18
II.6.1-Définition.....	18
II.6.2-Les types de recyclage (les procédés).....	18
II.6.3-Technique de recyclage.....	19
II.6.3.1-La chaîne du recyclage.....	19
II.7-Impact du recyclage dans l'industrie.....	19
II.7.1-Source d'approvisionnement alternatif.....	19
II.8-Les avantages du recyclable sur l'environnement.....	19
II.9-Gestion des déchets.....	20
II.9.1-Définition.....	20
II.9.2-Les principaux objectifs à atteindre dans la réduction de la production de Déchets.....	21
II.9.3- II.9.3-Valorisation des déchets en Algérie	21
II.9.4 -La valorisation des déchets de chantier.....	22
II.10-Le principe de responsabilité.....	23
II.11-Le principe de responsabilité.....	23
II.12-Conclusion.....	24

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1-Introduction.....	25
III.2-Les matériaux utilisés.....	25
III.3- Caractérisation de mortier.....	26
III.3.1-Résultat des essais sur le sable.....	26
III.3.1.1-Analyse granulométrique du sable	26
III.3.1.2- équivalent de sable.....	28
III.3.1.3- masse volumique absolue de sable.....	29
III.3.1.4- Masse volumique apparente de sable.....	30
III.3.1.5- La teneur en eau	31
III.3.1.6-Degré d'absorption d'eau.....	32
III.3.1.7--Analyse granulométrique des déchets de brique	32
III.3.1.8--Analyse granulométrique des déchets de céramique.....	33
III.4-la masse volumique à l'état frais.....	34
III.5-Essais de résistances mécaniques.....	35
III.6- Résultats des essais mécaniques	35
III.6.1-Résultats des essais mécaniques.....	36
III.6.1.1-Résistance à la compression.....	36
III.6.1.2- Résistance à la flexion.....	36
III.7-Résultats de l'essai de la porosité.....	39
III.8- Résistance mécanique de mortier à base de déchet de brique et déchet de céramique...40	
III.9-Conclusion	41
Conclusion générale	
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure (I.1): Courbe granulométrique du sable normalisé.....	10
Figure (II.1): Composition des déchets du bâtiment.....	15
Figure(II.2): Les différentes catégories de déchets suivant leur origine.....	16
Figure(II.3): Pyramide de valorisation selon les trois « R».....	23
Figure (III.1): Colonne des tamis.....	26
Figure (III.2): Tamiseur électrique.....	26
Figure (III.3):: La courbe granulométrique de sable.....	27
Figure(III.4): d'équivalent de sable.....	28
Figure (III.5): Essai d'équivalent de sable avec le piston.....	28
Figure (III.6): La courbe granulométrique de déchet de brique et de déchet de céramique...33	
Figure (III.7): la masse volumique à l'état frais avec de déchet de brique.....	34
Figure (III.8): la masse volumique à l'état frais avec de déchet de céramique.....	34
Figure (III.9): Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion.....	35
Figure (III.10): Dispositif de rupture en compression.....	36
Figure (III.11): Résistance à la compression de mortier à base de déchet de brique	37
Figure (III.12): Résistance à la compression de mortier à base de déchet de céramique.....	37
Figure (III.13): Résistance à la flexion de mortier à base de déchet de brique	38
Figure (III.14): Résistance à la flexion de mortier à base de déchet de céramique.....	38
Figure (III.15): Porosité de mortier en fonction de déchet de brique.....	39
Figure (III.16): porosité de mortier en fonction de déchet de céramique.....	39
Figure (III.17): Résistance mécanique de mortier à base de déchet de brique.....	40
Figure (III.18): Résistance mécanique de mortier à base de déchet de céramique.....	41

Liste des tableaux

Tableau(III.1): Résultats d'analyse granulométrique du sable.....	27
Tableau (III.2): Résultat équivalent de sable.....	29
Tableau (III.3): Comparaison des résultats.....	29
Tableau (III.4): Résultats de la masse volumique absolue de sable.....	30
Tableau (III.5):Résultats de la masse volumique apparente de sable.....	31
Tableau (III.6): Résultats de la teneur en eau.....	31
Tableau (III.7): Degré d'absorption du sable.....	32
Tableau (III.8):Résultats d'analyse granulométrique des déchets de brique.....	32
Tableau (III.9):Résultats d'analyse granulométrique des déchets de céramique.....	33

Résumé

L'épuisement des gisements naturels des granulats et les difficultés pour ouvrir de nouvelles carrières imposent de chercher de nouvelles sources d'approvisionnement.

Le recyclage et la valorisation des déchets sont aujourd'hui considérés comme une solution d'avenir afin de répondre au déficit entre production et consommation et de protéger l'environnement.

Ce mémoire cherche à mettre en évidence la possibilité d'utiliser les déchets de brique et de céramique comme granulats pour les mortiers.

L'étude consiste à comparer les propriétés d'un mortier de référence à celles des mortiers incorporant des granulats de brique et de céramique en substitution d'une fraction volumique du sable.

Ce travail montre l'intérêt majeur que pourrait avoir le développement et la mise à disposition des résultats expérimentaux concernant l'utilisation des déchets de brique et de céramique comme granulats recyclés pour les mortiers.

Mots clés : Recyclage, Environnement, Brique, Céramique, Mortier, Comportement mécanique.

Abstract

The depletion of natural deposits of aggregates and difficulties to open new quarries necessary to seek new sources of supply.

Recycling and waste recovery are now considered as a solution for the future in order to meet the deficit between production and consumption and to protect the environment. This research seeks to highlight the possibility of using brick and ceramic waste as aggregates for mortars.

The study consists of comparing the properties of a reference mortar to those of mortars incorporating brick and ceramic aggregates in substitution of a volume fraction of the sand.

This work shows the great interest that could be the development and provision of experimental results concerning the use of waste brick and ceramics as recycled aggregates for mortars.

Key words: Recycling, Environment, Brick, Ceramic, Mortar, Mechanical Behavior.

ملخص

إن استنزاف الرواسب الطبيعية للركام وصعوبات فتح المحاجر الجديدة تجعل من الضروري البحث عن مصادر جديدة للتموين بالحصى ويعتبر إعادة التدوير واستعادة النفايات حلاً مستقبلياً في سد العجز بين الإنتاج والاستهلاك وحماية البيئة.

نسعى من خلال هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على إمكانية استخدام نفايات الطوب أو الأجر والسيراميك كركام كأحد المكونات في الملاط.

يتكون هذا العمل من مقارنة خصائص الملاط المرجعي بخصائص الملاط التي يشتمل على مجاميع من الطوب والسيراميك باستبداله كوزن جزئ من الرمال.

أظهرت نتائج هذه الدراسة بان هناك تغييراً محسوساً في النتائج التجريبية المتعلقة باستخدام نفايات الطوب والسيراميك كركام في الملاط المشكل .

الكلمات المفتاحية: إعادة التدوير ، البيئة ، الطوب ، السيراميك ، الملاط ، السلوك الميكانيكي.



Introduction générale

L'utilisation de la brique recyclé dans le secteur de Génie Civil est encore timide dans notre pays, pourtant on l'observe partout autour de nous.

Ce matériau est un produit naturel et de qualité facile à utiliser et ne demande pas d'entretien. Il est également durable au cours de toutes les phases de son cycle de vie, lors de la phase de construction à partir de matières premières de la production à l'emballage, lors de la phase d'utilisation de son confort, sa conservation, sa flexibilité et sécurité, lors de la démolition, en raison de la possibilité de recyclage et de réutilisation des briques.

Ce matériau peut aussi introduire à la formulation des mortiers.

Le but de cette étude était d'acquérir une parfaite connaissance pour favoriser le recyclage et la valorisation des briques recyclés issus des déchets de construction et de démolition.

Les travaux menés durant cette thèse se sont concentrés sur l'étude du comportement des mortiers réalisés à base de déchet de brique et de céramique.

La première étape consiste à une caractérisation physicochimique d'un sable et dans la deuxième temps, une étude des propriétés rhéologiques et mécanique est réalisée sur des mortiers préalablement vérifié sur la base de différents critères classiques.

Ce travail est présenté en trois chapitres : le premier a été consacré à la présentation d'une bibliographie relative à quelques aspects nécessaires à la compréhension de l'étude sur les mortiers et les déchets de démolition.

Dans le deuxième chapitre on a présenté la valorisation des déchets de démolition des structures, ainsi que la méthodologie suivie pour réaliser ce travail.

L'ensemble des résultats et interprétation des différents essais réalisés sur les mortiers présentés dans le chapitre trois.

L'étude est terminée par une conclusion générale faisant apparaître les résultats les plus importants obtenus.

chapitre 1



Étude bibliographique

I.1-Introduction :

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. On a généralement intérêt à utiliser des mortiers ne présentant pas un module d'élasticité trop élevé, de façon à pouvoir s'adapter aux variations dimensionnelles des éléments qu'il liaisonne sans fissurer [1].

Dans ce chapitre, nous on a présenté les composants du mortier et les différents types ainsi que les caractéristiques principales telles que l'ouvrabilité, la prise, le retrait, l'emploi et le rôle principal du mortier.

I.2-Les mortiers :

Le mortier est un mélange homogène de sable et de liant (ciment ou chaux) que l'on combine avec une certaine quantité d'eau et auquel des adjuvants peuvent être également ajoutés, il est utilisé en maçonnerie comme élément de liaison, de scellement ou comme enduit. Il s'agit donc d'un matériau indispensable pour monter un mur en brique, mais aussi pour la plupart des travaux de construction et de rénovation en maçonnerie [2].

I.3 -Composants du mortier de maçonnerie :

I.3.1-Le ciment :

Le ciment est un matériau sous forme de poudre fabriqué à partir du clinker qui est obtenu par la combinaison chimique du calcaire et de l'argile. C'est un liant hydraulique, ce qui signifie qu'au contact de l'eau et par réaction chimique avec cette dernière, il se durcit pour devenir solide et résistant [2].

I.3.2-Les sables :

C'est une matière minérale siliceuse ou calcaire qui se présente dans le sol sous la forme de grains ou de poudre, suivant qu'il s'agit de sable grossier ou de sable fin. Les sables proviennent de la désagrégation des roches qui constituent l'écorce terrestre; suivant leur composition, ils sont blancs, jaunes, gris ou rougeâtres. On peut encore classer les sables d'après leur origine et distinguer les sables de carrière, les sables de mer et les sables de rivière.

Le terrain dans lequel le sable grossier domine, manque d'homogénéité, sa trop grande perméabilité ne lui permet pas de retenir les engrais solubles, qui sont entraînés par les eaux avant d'avoir produit leur effet, amenant, en outre, l'assèchement rapide du sol. Des amendements sont nécessaires pour corriger les défauts des sols sableux; l'apport de marne argileuse donne de la cohésion aux terrains qui en manquent, mais le fumier de ferme, en augmentant l'humus, est dans tous les cas le meilleur des traitements: il apporte au sable

grossier l'agglomérant dont il a besoin et au sable fin l'allègement et l'aération qui lui font défaut. L'introduction des sables permet de diminuer le retrait du liant (ossature mortier) en augmentant les résistances mécaniques, ajoutant à cela, sa disponibilité et son aspect esthétiques (couleur). Les sables de bonne granulométrie doivent contenir des grains fins, moyens et gros. Les grains fins se disposent dans les intervalles entre les gros grains pour combler les vides. Ils jouent un rôle important: Ils réduisent les variations volumiques, les chaleurs dégagées et même le prix. Les dosages se feront en poids plutôt qu'en volume comme c'est souvent le cas, afin d'éviter les erreurs de dosage, par suite de l'augmentation de volume de sable humide [3]

I.3.3-L'eau :

L'eau sert à activer le liant. Bien dosée, l'eau, lors de la fabrication du mortier, est primordiale dans la mesure où un excès d'eau altérera la qualité du mortier. Dans le cas d'un excès, le mortier deviendra poreux, moins résistant, durcira plus lentement et enfin sera sujet au retrait [2].

I.3.4-Les adjuvants :

Les adjuvants sont des produits chimiques qui, incorporés dans les mortiers lors de leur malaxage ou avant la mise en œuvre à des doses inférieures à 5% du poids de ciment, provoquent des modifications des propriétés ou du comportement de ceux-ci. Généralement le mortier n'est pas forcément satisfaisant, même si sa composition a été déterminée suivant les règles connues fixant les proportions respectives de liant, de sable, et d'eau. Bien des facteurs interviennent au stade de sa fabrication, de son transport, de sa mise en place dans les coffrages, de sa prise et de sa montée en résistance.

Diverses solutions existent pour augmenter la possibilité d'arriver à un résultat concret, parmi lesquelles celles apportées par les adjuvants. Quel que soit l'adjuvant, les spécifications normatives visent d'abord à définir et à quantifier sa fonction, c'est-à-dire la façon dont il modifie, dans le sens recherché, les propriétés du mortier, ensuite, à limiter les effets non recherchés sur les autres propriétés du mortier [4].

1.3.4.1-Intérêt des adjuvants :

La raison de l'utilisation croissante des adjuvants est qu'elle confère physiquement et économiquement au mortier des avantages considérables. Ces avantages comprennent, entre autres, l'utilisation de mortier dans des conditions qui présentaient auparavant des difficultés considérables. Ils permettent l'utilisation d'une grande gamme de matériau dans le mortier. même s'ils ne sont pas toujours bon marché, les adjuvants ne représentent pas nécessairement des dépenses supplémentaires, car leur utilisation peut engendrer des économies.

Les adjuvants fournissent au formulation de mortier une gamme étendue, variée et nuancée de possibilités pour faciliter la mise en œuvre des mortiers, adapter leur formulation au temps froid et au temps chaud, réduire les coûts de mise en œuvre, améliorer les propriétés du mortier durci.

Il y a toutefois lieu d'insister sur le fait que, même utilisés de manière adéquate et bénéfique pour le mortier, ils ne peuvent en aucun cas servir à corriger la mauvaise qualité des autres constituants ni leur dosage incorrect, ni des erreurs de manutention lors du transport, de la mise en place du mortier [4].

1.3.4.2-Classification des adjuvants :

Les adjuvants sont utilisés depuis très longtemps mais leur développement réel et la multiplication de leur utilisation n'ont commencé que depuis 1960 Leur qualité et leur constance s'améliorent sans cesse.

Les adjuvants peuvent être organiques ou inorganiques selon leur composition chimique, mais leur caractère chimique, distinct de celui des autres minéraux utilisés dans la fabrication du mortier, est essentiel. Ainsi, dans la nomenclature Américaine on les appelle adjuvants chimiques, mais ici cette qualification est superflue, car les produits minéraux incorporés dans le mortier, dont la teneur est souvent supérieure à 5% de la masse du ciment, sont appelés liants ou ajouts.

Les adjuvants peuvent être classés selon leur fonction, on distingue :

- a. Les entraîneurs d'air.
- b. Les réducteurs d'eau.
- c. Les retardateurs de prise, les accélérateurs de prise.
- d. Les super plastifiants.
- e. Les adjuvants divers (ceux qui améliorent la viscosité, l'adhérence, etc.) [4].

1.3.4.3-Le super plastifiant :

Les super plastifiants sont des produits chimiques qui a ajouté au mortier permettent de réduire sa teneur en eau jusqu'à 30%(c'est un super réducteur d'eau), c'est-à-dire trois ou quatre fois plus qu'un réducteur d'eau normal [4].

1.3.4.4 -Les avantages principaux de l'utilisation des super plastifiants sont :

- La production de mortier de haute ouvrabilité sans réduire la teneur en ciment et la valeur de la résistance.
- La production d'un mortier contenant moins de ciment, mais ayant une résistance et une ouvrabilité normale. Grâce à cette découverte, il est maintenant possible de fabriquer des mortiers fluides qui contiennent seulement la quantité d'eau nécessaire pour hydrater les grains de ciment. On évite ainsi l'eau qui ne participe jamais à l'hydratation du ciment et qui affaiblit la structure durcie du mortier et augmente sa porosité [4].

1.3.4.5-Facteurs affectant l'action des super plastifiants :

La capacité des super plastifiants d'augmenter l'affaissement du mortier dépend de plusieurs facteurs :

- **le type de super plastifiant**

Pour obtenir un affaissement de 260 mm à partir d'un Affaissement initial de 50 mm, il est nécessaire d'ajouter 0,6 de SMF ou MLS, mais seulement 0,4% de SNF.

- **le dosage en super plastifiant**

L'augmentation de l'affaissement est proportionnelle au dosage en super plastifiant, mais l'efficacité diminue au-delà d'un certain dosage. De plus la concentration en super plastifiant influence le taux et la vitesse d'hydratation des constituants.

- **le rapport E/C**

Les mesures de la viscosité et de l'affaissement montrent que pour des rapports E/C compris entre 0,4 et 0,65, l'addition d'une certaine quantité de super plastifiant augmente l'affaissement et diminue la viscosité en augmentant le rapport E/C.

- **le moment de l'addition**

Si le super plastifiant est ajouté au début avec l'eau de malaxage, l'affaissement augmente considérablement, mais dans le cas où il est ajouté entre 5 et 50 minutes après le début du malaxage, généralement l'affaissement par rapport au premier cas est moindre.

- **le type et la teneur en ciment**
- **la température**

Pour des températures allant de 5 à 300C, il n'y a généralement pas de différence d'affaissement due à l'addition de super plastifiant. Au-delà de 300C, l'efficacité du super plastifiant diminue [4].

I.3.5-Les ajouts :

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

- Poudres fines pouzzolaniques (cendres, fumée de silice.etc.).
- Fibres de différentes natures.
- Colorants (naturels ou synthétiques).
- Polymères [5].

I.3.6-Les liants :

Généralement, on peut utiliser:

- Les ciments normalisés (gris ou blanc).
- Les ciments spéciaux (alumineux fondu, prompt, etc.).
- Les liants à maçonner.
- Les chaux hydrauliques naturelles.
- Les chaux éteintes [6].

I.4-Le rôle d'utilisation du mortier :

La pâte plastique obtenue peut jouer plusieurs rôles essentiels :

- 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 divers éléments moulés [7].

I.5-Classification des mortiers :

Les mortiers sont classé est comme suite:

I.5.1-Classification générale des mortiers :

➤ **leur domaine d'utilisation**

Généralement les mortiers varient selon leur domaine d'application, on peut citer les

Catégories suivantes:

- Mortier de pose.
- Mortier de joints.
- Mortier pour les crépis
- Mortier pour le sol.
- Mortier pour les stucs.
- Pierres artificielles.
- Mortier d'injection.
- Mortier pour les mosaïques.
- Mortier de réparation pour pierres [8].

➤ **la nature du liant**

On peut classer les mortiers selon la nature du liant en:

a- Le mortier-ciment :

Le mortier-ciment est le produit le plus basique qui soit, indispensable pour construire un mur et lier les pierres ou briques entre elles. il s'agit d'un mélange classique de ciment, de sable et d'eau Pour les jointements et les scellements, on peut envisager de se passer de sable. Ce matériau vous sera utile pour toutes les constructions classiques (murs, chapes, etc.), qui ne nécessitent pas l'usage d'un mortier spécifique. L'avantage du ciment est qu'il profite d'une excellente résistance à la compression.il sèche également plus vite que la plupart des autres solutions [9].

b- le mortier de montage :

Le mortier de montage se fabrique en mélangeant du sable, du ciment et de l'eau Pour monter un mur et assembler des blocs de béton entre eux, c'est le mortier de montage qui est utilisé car il est d'une grande résistance et d'une prise rapide.

Le sable à utiliser doit être plutôt fin : partir sur du 0/1 ou du 0/4 [10].

c- Le mortier de ragréage :

Le mortier de ragréage est un mélange de sable fin, de ciment et d'eau. L'ajout d'adjuvants est recommandé, notamment l'hydrofuge pour les façades extérieures [10].

d- le mortier colle :

Ce type de mortier est utilisé pour la mise en œuvre des briques et des blocs avec des joints de 3 à 6 mm. Il assure une plus grande adhérence entre la brique et le mortier.

Le mortier colle regroupe la famille des mortiers adhésifs destinés à coller un revêtement comme:

- Le carrelage.
- Le dallage.
- Certains blocs de maçonnerie.

Si le mortier colle est parfaitement adapté pour le collage des céramiques, il est tout de même possible de les coller à l'aide de mortier-ciment ou de mortier chaux sous certaines conditions.

Il existe plusieurs classes de performances :

- C₁ pour la pose de carrelage intérieur (sols et murs).
- C₂ pour la pose de carrelage intérieur et extérieur (sols et murs).
- C₂ S₁ ou S₂ pour la pose de carrelage intérieur et extérieur (sols et murs) avec en plus, des propriétés d'adhérence élevées et une capacité à être déformé par une contrainte entre le carreau et la surface d'encollage [10].

e- Le mortier bâtard :

Le mortier bâtard sert le plus souvent de béton pour de la petite maçonnerie. Il contient un peu de chaux qui le rend plus élastique et plus facile à mettre en œuvre. Selon les formules, le temps de séchage peut-être un peu plus long qu'un mortier de ciment pur [10].

f- Le mortier d'imperméabilisation :

Les mortiers d'imperméabilisation sont utilisés dans le cadre de travaux situés dans des lieux humides comme la salle de bain, les abords de piscine. Ils ont une plus grande résistance à l'humidité. Ils sont aussi utilisés pour tous les travaux de cuvelage, fondation et bassins [10].

g- Le mortier hydrofuge :

Le mortier hydrofuge est un mortier résistant à l'eau, qui permet d'éviter les problèmes d'humidité sur une surface. Il permet de :

- Boucher des fissures.
- Enduire un mur.
- Réaliser des chapes.

On l'utilise avant tout dans les lieux humides (salle de bain, extérieur, etc.) ou encore pour concevoir des réalisations étanches, comme un bassin de piscine [11].

h- Le 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 [12].

i- Le mortier de chaux :

Le mortier à la chaux est comme tous les mortiers composé d'un liant et d'une charge minérale. Utilisé depuis la plus haute Antiquité, il permet de réaliser des jointoiments pour les maçonneries et peut servir de base pour tous les enduits à la chaux.

On trouve deux types de chaux :

- **La chaux aérienne** : elle a l'avantage de durcir lentement, et uniquement au contact de l'air.
- **La chaux hydraulique** : elle durcit au contact de l'eau, puis de l'air.

L'usage de chaux dans un mortier permet généralement une application plus facile, grâce à un temps de séchage un peu plus long. Ces mortiers sont cependant plus complexes à doser que le ciment [10].

II.5-Les caractéristiques principales des mortiers :

- Ouvrabilité.
- Prise.
- Résistances mécaniques.
- Retraits et gonflements. etc.

Pour pouvoir évaluer les caractéristiques des mortiers on prend souvent comme référence le mortier 1/3 composé en poids de: une partie de ciment et de 3 parties de sable normalisé dont les grains s'échelonnent de 80 microns à 2 mm et passent dans un fuseau bien déterminé la Figure (II.1) et 0,45 partie d'eau.

Ce mortier est malaxé et mis en place dans des moules métalliques suivant des méthodes normalisées. On fait sur ce mortier des essais rhéologiques et éventuellement la prise et la chaleur d'hydratation. Beaucoup d'essais de laboratoires se font sur les prismes de 4 x 4 x 16 cm (résistances mécaniques, retrait, gonflement et absorption d'eau.etc [13].

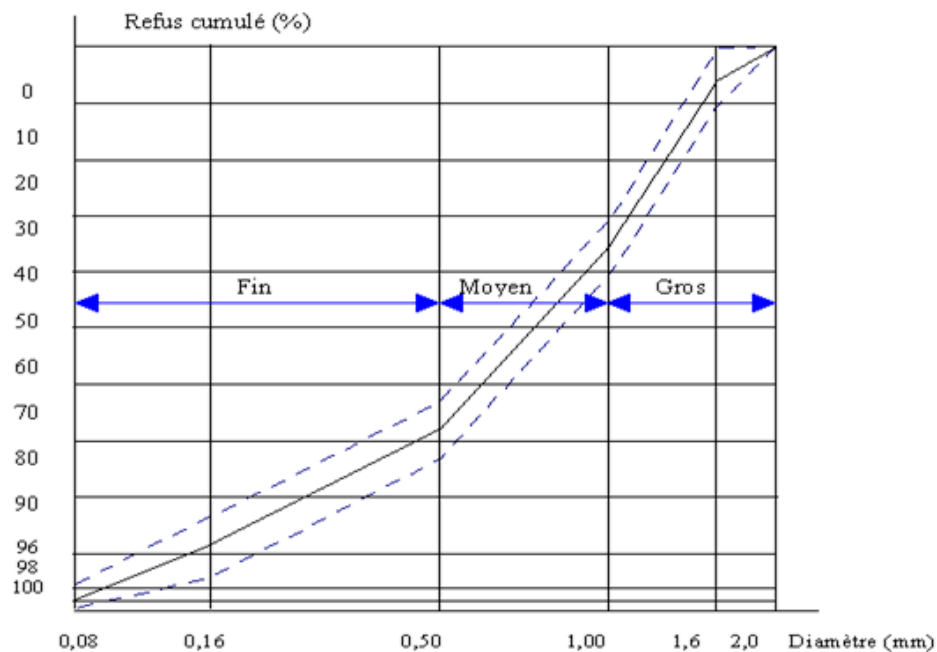


Fig. I.1 Courbe granulométrique du sable normalisé selon les normes AFNOR.

I.6-Emplois des mortiers :

I.6.1 Les joints de maçonnerie :

Les mortiers de joints constituent un maillon important de la maçonnerie, qui doit être bien étudié et bien mis en œuvre pour assurer la fonction qui lui est dévolue

La norme XP P 10-202 - 1 (DTU 20) « Maçonnerie, béton armé, plâtre » fournit des indications sur les dosages préconisés pour les mortiers de jointoiment, ainsi que les préconisations pour leur mise en œuvre.

II.6.2-Les enduits :

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

II.6.3-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. Elles peuvent aussi constituer le support d'un revêtement de sol. Elles 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, elles peuvent également avoir une fonction thermique ou acoustique.

II.6.4-Les scellements et les 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 les scellements d'éléments de couverture, d'éléments de second œuvre, de mobiliers urbains, de regards de visite et assemblage d'éléments préfabriqués [14].

II.7-Conclusion :

Dans toute construction, il est indispensable de réunir entre eux les différents éléments (blocs de béton, briques, éléments en béton préfabriqué, etc.) au moyen d'un mortier de ciment ou d'autre liant qui a pour but de:

- Solidariser les éléments entre eux.
- Assurer la stabilité de l'ouvrage.
- Combler les interstices entre les blocs de construction.

Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additions.

Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres: liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le

liant, tous les ciments et les chaux sont utilisables; leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement.

La durée de malaxage doit être optimum, afin d'obtenir un mélange homogène et régulier.

Les mortiers peuvent être:

- Préparés sur le chantier en dosant et en mélangeant les différents constituants y compris les adjuvants.
- Préparés sur le chantier à partir de mortiers industriels secs pré-dosés et avant l'utilisation, il suffit d'ajouter la quantité d'eau nécessaire.

Chapitre II



Valorisation des déchets de démolition

II.1-Introduction :

En gestion des déchets, ou revalorisation est un ensemble de procédés par lesquels on transforme un déchet matériel ou organique dans l'objectif d'un usage spécifique comme le r.

La valorisation des déchets est généralement considérée comme une solution préférable à l'élimination des déchets. 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 tartinabilité. L'approche globale du déchet permettra d'en définir son devenir, à savoir quel type de valorisation choisir [15].

Dans ce chapitre, nous décrivons le contexte de la gestion des différents types de recyclage et les principales techniques de traitement ou d'élimination à travers le monde ; ainsi la réutilisation des déchets dans le domaine des génies civil.

Mais en Algérie, le processus d'industrialisation et de développement urbain du pays s'est effectué jusqu'à récemment sans que les précautions environnementales ne soient réellement prises en considération [16].

II.2- L'histoire du recyclage en dix dattes :

a. 3000 avant JC : Les premiers objets en métal usagés sont fondus pour en fabriquer de nouveaux.

b. 500 avant JC : Athènes invente la première décharge municipale, et impose à ses citoyens d'y déposer leurs déchets.

c. 105 : Le chinois Tsai Lun, ministre de l'agriculture de la dynastie Han, invente le principe de fabrication de papier à partir de vieux chiffons de lin.

d. 1031 : Au Japon, du papier neuf est fabriqué à partir de papier recyclé pour la première fois de l'histoire de l'humanité.

e. 1690 : La première entreprise de recyclage de papier, The Rittenhouse Mill, voit le jour à Philadelphie.

f. 1884 : Le préfet de la Seine Eugène Poubelle impose aux parisiens l'usage d'un récipient clos – qui portera son nom - pour déposer les ordures ménagères et faciliter leur collecte.

g. 1940 : Nylon, élastiques, piles usagées et ferrailles diverses sont recyclées en Europe et aux Etats-Unis pour participer à l'effort de guerre.

h. 1970 : Le sigle du recyclage – également appelé ruban de Möbius – devient le logo universel des matériaux recyclables.

i. 1973 : Le premier centre de recyclage de matières plastique est créé à Conshohocken, aux Etats-Unis.

f. 2016 :L'industrie du recyclage génère un volume d'affaires de 160 milliards de dollars dans le monde et emploie environ 1,5 million de personnes [17].

II.3- Déchets de la construction/démolition :

La démolition des ouvrages en mortier et l'industrie des matériaux de construction sont toujours accompagnées par des produits secondaires ou des déchets; le stockage de tels déchets solides dans des dépôts favorise la pollution de l'environnement.

Les granulats recyclés qui proviennent des déchets de démolition de bâtiments ou de routes sont constitués de résidus des procédés de production et de transformation (déchets chimiques, emballages, bois traités ou non traités...). Ces déchets de démolition font partie des déchets industriels dans la classification usuelle (à distinguer des déchets urbains et des déchets agroalimentaires) [18].

Les déchets de démolition de bâtiments ou de routes peuvent donc être constitués de l'ensemble de ces types de déchets. En effet, la composition approximative des déchets de démolition se répartit comme suit [19].

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

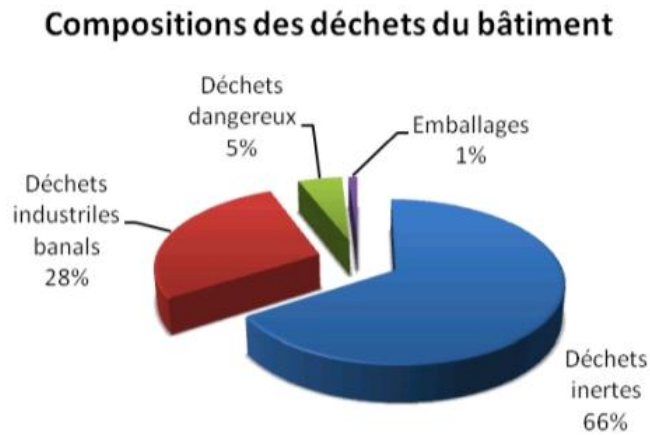


Fig. II.1 composition des déchets du bâtiment.

La production annuelle des déchets inertes issus essentiellement du domaine du Génie civil (Déchets de construction & démolition), représente environ 11 millions de Tonnes (2012). Ces derniers peuvent présenter un gisement valorisable rentable, il est donc important d'en tirer un bénéfice maximal en trouvant des alternatives efficaces, pérennes et rentable sur le plan économique [20].

1.4-Constitution chimique du déchet :

Les déchets sont pour la plupart constitués des mêmes molécules chimiques que celles de produits. Ce qui différencie les déchets des autres produits provient d'un certain nombre de particularités.

Certains déchets résultent du traitement involontaire de molécules usuelles avec production de sous-produits de composition, a priori inconnu. Par ailleurs, le déchet peut se retrouver dans un milieu dont il n'est pas issu en tant que produit et de ce fait auquel il n'est pas destiné. Enfin, le mélange au hasard des déchets peut conduire à la formation de produits nouveaux [21].

1.5-Classifications des déchets :

Suivant les cas, on distingue les déchets en fonction de leur origine : déchets ménagers ou déchets industriels ou en fonction de leur nature (dangereux, non dangereux, inertes.etc.).

I.5.1 Distinction en fonction de l'activité à l'origine du déchet :

I.5.1.1 Les déchets ménagers et assimilés (DMA) :

Les déchets ménagers et assimilés sont les déchets produits par les ménages, les commerçants, les artisans, et même les entreprises et industries quand ils ne présentent pas de caractère dangereux ou polluant : papiers, cartons, bois, verre, textiles, emballages. Ces déchets sont collectés par la commune si, eu égard à leurs caractéristiques et aux quantités produites, ils peuvent être éliminés sans sujétions techniques particulières et sans risques pour les personnes ou l'environnement. Pour traiter ces déchets, les communes doivent mettre en place une redevance sLes commerçants, les artisans, et les petites entreprises sont tenus de faire valoriser leurs déchets d'emballages.

I.5.1.2-Les déchets industriels :

➤ Les déchets industriels non dangereux ou "banals" (DND ou DIB) :

Ce sont les déchets des entreprises non dangereux qui sont aussi appelés "déchet assimilés aux déchets ménagers".

➤ Les déchets industriels dangereux ou "spéciaux" (DD ou DIS) :

Ce sont les déchets des entreprises qui, en raison de leurs propriétés dangereuses, sont indiqués dans la par un astérisque. Ils ne peuvent pas être déposés dans des installations de stockage recevant d'autres catégories de déchets Figure (II.2)

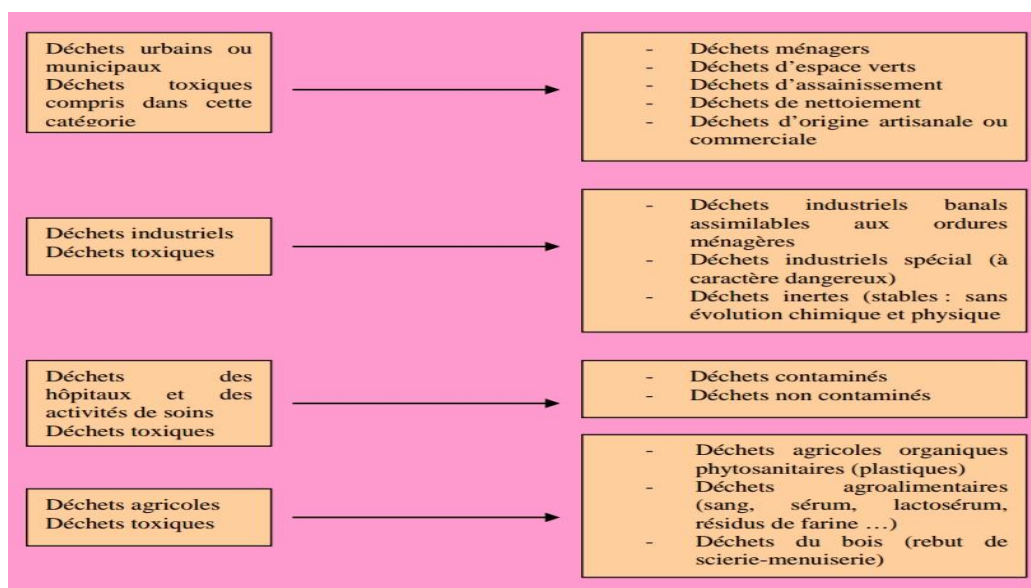


Fig. II.2 les différentes catégories de déchets suivant leur origine.

II.5.2-Distinction en fonction de la nature du déchet :

II.5.2.1-Les déchets dangereux :

Les déchets sont considérés comme dangereux s'ils présentent une ou plusieurs des propriétés suivantes : explosif, comburant, inflammable, irritant, nocif, toxique,

Cancérogène, corrosif, infectieux, toxique pour la reproduction, mutagène, écotoxique.

II.5.2.1-Les déchets toxiques en quantités dispersées (DTQD) :

Les déchets toxiques en quantités dispersées sont des déchets dangereux produits en petites quantités par les ménages, les commerçants ou les PME (garages, coiffeurs, laboratoires photo, imprimeries, laboratoires de recherche, etc.).

II.5.2.3 -Les déchets non dangereux :

Les déchets non dangereux sont les déchets qui ne présentent aucune des caractéristiques relatives à la "dangerosité"(toxique, explosif, corrosif, etc.).

Ce sont les déchets "banals" des entreprises, commerçants et artisans (papiers, cartons,bois, textiles, etc.) et les déchets ménagers [22].

II.6- Recyclage des déchets :

II.6.1-Définition :

Le recyclage 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 [23].

Le recyclage s'inscrit dans la stratégie de traitement des déchets dite des trois R :

a- Réduire

Qui regroupe tout ce qui concerne la réduction de la production de déchets,

b- Réutiliser

Qui regroupe les procédés permettant de donner à un produit usagé un nouvel usage.

c- Recycler

Qui désigne le procédé de traitement des déchets par recyclage [23].

II.6.2 -Les types de recyclage (les procédés) :

Il existe trois grandes familles de recyclage : chimique, mécanique et organique.

Le recyclage dit « chimique » utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour séparer certains composants.

Le recyclage dit « mécanique » est la transformation des déchets à l'aide d'une machine, par exemple pour broyer.

Le recyclage dit « organique » consiste, après compostage ou fermentation, à produire des engrais et du carburant tel que le biogaz [23].

II.6.3 -Technique de recyclage :**II.6.3.1-La chaîne du recyclage :****a. Collecte de déchets**

Les opérations de recyclage des déchets commencent par la collecte des déchets. La collecte s'organise en conséquence. La collecte sélective, dite aussi séparative et souvent appelée à tort tri sélectif est la forme la plus répandue pour les déchets à recycler.

Le principe de la collecte sélective est le suivant : celui qui crée le déchet le trie lui-même. À la suite de la collecte, les déchets, triés ou non, sont envoyés dans un centre de tri où différentes opérations permettent de les trier de manière à optimiser les opérations de transformation. Le tri manuel est une de ces opérations.

b. Transformation

Une fois triés, les déchets sont pris en charge par les usines de transformation. Ils sont intégrés dans la chaîne de transformation qui leur est spécifique. Ils entrent dans la chaîne sous forme de déchets et en sortent sous forme de matière prête à l'emploi.

c. Commercialisation et consommation

Une fois transformés, les produits finis issues du recyclage sont utilisés pour la fabrication de produits neufs qui seront à leur tour proposés aux consommateurs et consommés. Pour être en fin de vie, à nouveau jetés, récupérés et recyclés [24].

II.7-Impact du recyclage dans l'industrie :

II.7.1-Source d'approvisionnement alternatif :

Le recyclage des déchets offre une source d'approvisionnement en matières premières alternatives aux autres sources. Par exemple, le recyclage de fil de cuivre permet d'obtenir du cuivre auprès des entreprises de recyclage et non des entreprises d'extraction. Le recyclage offre aux entreprises les bénéfices de la multiplicité des sources d'approvisionnements telles que la facilité de négociation des prix d'achat ou la sécurité des approvisionnements [25].

II.8-Les avantages du recyclable sur l'environnement :

II.8.1-Les avantage du recyclage-

a– Environnement sain :

Toute entreprise est responsable de la collecte et du traitement de ses déchets. En optant pour le recyclage, vous contribuez à la gestion écologique des déchets. Les autres modes de gestion, qui sont la mise en décharge et l'incinération, favorisent la pollution du sol et de l'air

b– Économie de matière première :

Recycler vous permet de faire des économies de matières premières. En réutilisant les matériaux des produits en fin de vie, vous les réintroduisez dans le processus de production, à la place de nouvelles ressources naturelles. En effet, la qualité des matériaux contenus dans les verres, les métaux, et bien d'autres produits est conservée, même après le recyclage .

c– Image soignée :

La protection de l'environnement est une des valeurs que de nombreuses personnes, dont vos salariés et vos clients, défendent. Et le recyclage est une preuve tangible à travers laquelle ils

peuvent percevoir votre implication dans une démarche écologique. Vous disposez donc d'un atout concurrentiel et d'un argument de communication.

De plus, si vous voulez vous engager dans une démarche qualité, il vous est indispensable de penser à un moyen de gérer durablement vos déchets.

d– Soutien à l'économie locale :

Plusieurs déchets industriels sont recyclables. Le carton peut être recyclé en carton, les appareils électriques en câbles ou en plastiques, le papier en dalles pour faux plafonds, les gravats en gravats, etc. Quel que soit votre secteur d'activité, vos déchets industriels pourraient être réutilisés [26].

II.9-Gestion des déchets :

II.9.1-Définition :

La gestion des déchets, une des branches de la rudologie appliquée, regroupe la collecte, le négoce et courtage, le transport, le traitement (le traitement des rebuts), la réutilisation ou l'élimination des déchets, habituellement ceux issus des activités humaines. Cette gestion vise à réduire leurs effets sur la santé humaine et environnementale et le cadre de vie.

Un accent est mis depuis quelques décennies sur la réduction de l'effet des déchets sur la nature et l'environnement et sur leur valorisation dans une perspective d'économie circulaire. Tous les déchets sont concernés (solides, liquides ou gazeux, toxiques, dangereux, etc.), chacun possédant sa filière spécifique. Les modes de gestion diffèrent selon que l'on se trouve dans un pays développé ou en développement, dans une ville ou dans une zone rurale, que l'on ait affaire à un particulier, un industriel ou un commerçant. Les déchets non dangereux sont habituellement gérés sous la responsabilité des autorités locales, alors que les déchets des commerces et de l'industrie tendent à l'être sous leur propre responsabilité. En France « Tout producteur ou détenteur d'un déchet est responsable de ce déchet : c'est-à-dire qu'il est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion. Cette responsabilité s'étend jusqu'à l'élimination ou la valorisation finale du déchet » [27].

II.9.2-Les principaux objectifs à atteindre dans la réduction de la production de Déchets :

- Diminuer la production et la nocivité des déchets, où il ne résout que partiellement les problèmes de l'élimination des déchets. Il permet cependant de diminuer les coûts de la gestion des déchets tout en induisant une prise de conscience des habitants face à la problématique des déchets.
- Valoriser les déchets qui peuvent être recyclés. Il s'agit de récupérer certains produits ou matériaux des déchets bruts à des fins de réemploi, de recyclage.
- Réserver les centres d'enfouissement aux seuls déchets ultimes, ne pouvant être ni traités, ni valorisés.
- Lutter efficacement contre les décharges « sauvages » anarchiques qui défigurent les paysages et les décharges polluantes non autorisées [28].

II.9.3-Valorisation des déchets en Algérie :

La récupération des déchets en Algérie est une importante opportunité à saisir vis-à-vis l'environnement, les déchets ménagers représentent environ 13,5 millions de tonnes/an, soit un kilogramme par habitant par jour, dont près de la moitié peut être récupérée. Environ 45% de ces déchets, soit 6,1 millions de tonnes sont recyclables. Parmi ces 6,1 millions de tonnes, il y a 1,8 million de tonnes de papiers, 1,22 millions de tonnes de plastiques, 1,6 millions de tonnes de textiles et 300.000 tonnes de métaux. Ceux-ci pour une valeur approximative de 23 milliards de DA. C'est un véritable gisement. Or, il n'existe que 247 micro-entreprises qui opèrent dans la récupération des déchets et qui ne valorisent à peine que 5 ou 6% de ce potentiel dont une partie est exportée. L'état mise beaucoup sur le développement d'une industrie de récupération et de recyclage. Elle est au cœur même du programme national de gestion des déchets municipaux (PROGDEM), qui constitue le principal cadre de référence en termes de gestion et de valorisation

des déchets ménagers. Il existe deux (02) types de filières : classiques (plastiques, papiers, métaux, textiles, verres, bois et matières organiques) et complexes (pneus usagés, huiles usagées, piles et batteries et autres déchets d'équipements électriques et électroniques) [29].

II.9.4 -La valorisation des déchets de chantier :

La valorisation des déchets ou revalorisation est un ensemble de procédés par lesquels on transforme un déchet en un nouveau matériau ou produit de qualité ou d'utilité supérieure, ou bien en une énergie renouvelable. La valorisation des déchets est généralement considérée comme l'inverse de la mise en décharge du contenu des poubelles. Elle se base sur le principe des trois «R», qui sont « Réduire », « Réutiliser » et « Recycler ». D'autres chercheurs y ont ajouté un quatrième R qui est « Repenser».

• Réduire :

Cette étape consiste en la réduction à la source de la production des déchets. Cette opération peut se faire par exemple en faisant le tri à la source, ou bien en limitant l'utilisation des produits d'emballage. La réduction vise à avoir une quantité de déchets minimum à éliminer (mise en décharge).

• Réutiliser :

Cette opération consiste à donner une nouvelle fonction à un objet existant, sans pour autant le transformer. Cette technique connaît un grand essor chez les nouveaux décorateurs qui redonnent une nouvelle vie à des objets destinés à la décharge. Par exemple, les cageots en bois, les pneus de voitures, etc.

• Recycler :

Cette étape vient compléter les deux précédentes. Ainsi, s'il y a incapacité à réduire ou à réutiliser, on a recours au recyclage. C'est l'utilisation des déchets pour produire une nouvelle chose avec la même fonction ou une fonction toute autre. Ces objets recyclés sont bien entendu d'une qualité moindre que les objets originaux. On cite comme exemple le recyclage des papiers, journaux et cartons, ainsi que le recyclage des bouteilles en plastiques.

• L'élimination :

C'est la dernière étape du processus de valorisation. L'opération consiste à se débarrasser du reste des déchets qui ont été utilisés et qui ne peuvent subir aucune des opérations cités ci-dessus. C'est le cas notamment des déchets organiques qui peuvent servir de source d'énergie. [30].

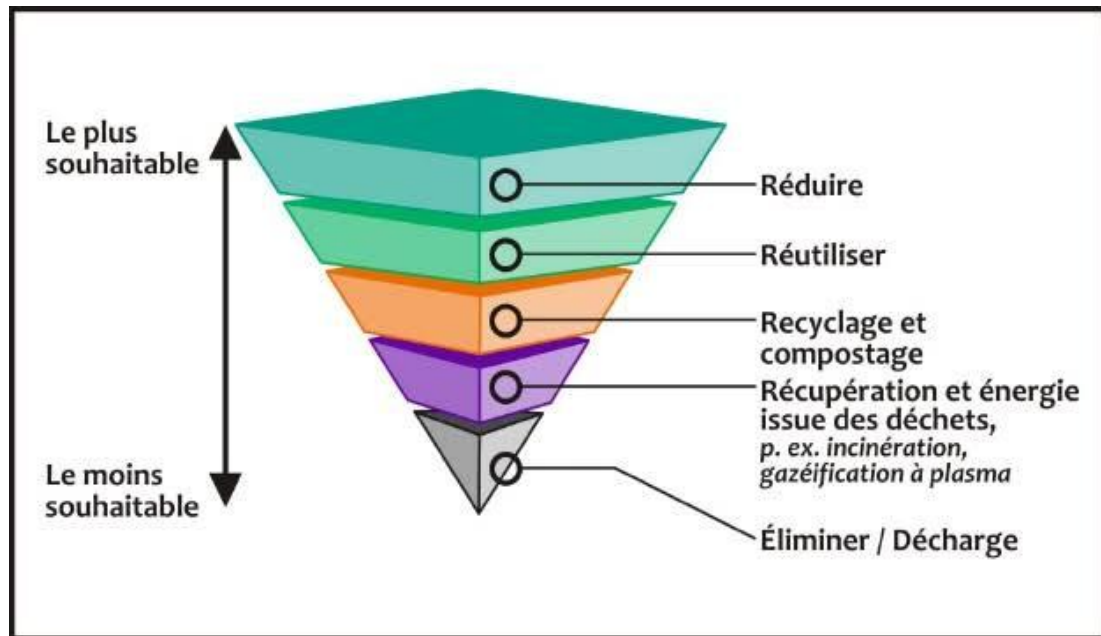


Fig. II.3 Pyramide de valorisation selon les trois « R ».

II.10-Le principe de recyclage :

Plusieurs principes guident la gestion des déchets, dont l'usage varie selon les pays ou les régions.

II.11-Le principe de responsabilité :

Il peut inclure celui de pollueur-payeur. Par exemple, concernant les déchets radioactifs, l'industrie nucléaire russe a obtenu de ses autorités de tutelle le principe « pay and forget » autorisant un exploitant (ex. : Rosatom via sa filiale Rosenergoatom, de « se libérer de la responsabilité de la gestion des déchets par le versement d'une soulte) ; en France, les propriétaires des déchets en conserveront la propriété, et donc la responsabilité, même lorsque ceux-ci auront été stockés » [31]

II.12-Conclusion :

L'enjeu de cette étude n'est pas de subvenir à un manque actuel de granulats naturels mais plutôt de contribuer à la diminution de l'épuisement des ressources naturelles pour l'avenir [32].

La valorisation de ces granulats issus du recyclage présente un intérêt d'ordre économique, techniques environnemental. Le réemploi de ces matériaux dans la fabrication des mortiers contribuerait à la prolongation de la durée de vie des carrières existantes et au même temps à l'élimination des déchets dans les décharges [24]. Par ailleurs, ces granulats recyclés pouvant se substituer aux granulats naturels, ceci permet de résoudre dans l'avenir le manque de granulats naturels.

Néanmoins, il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur les propriétés de ces déchets (granulats recyclés) destinés pour bétons ou mortiers en fonction de leur origine, ce qui facilitera leur valorisation.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1-Introduction :

La formulation d'un mortier requiert une étude précise notamment dans le choix des constituants, l'optimisation de la teneur en ajout chimique et de la quantité d'eau. L'étape de formulation consiste à choisir une proportion optimale et bien précise des différents constituants dans le but d'obtenir les meilleures caractéristiques du mortier.

Nos essais physiques, chimiques et mécaniques ont été effectués au sein de laboratoire de département de génie civil à l'Université de M'sila. Nous présentons dans ce chapitre les résultats des différents essais effectués sur les mortiers confectionnées selon les différentes combinaisons d'ajouts (déchets de brique, déchets de céramique).

On a utilisé les abréviations suivantes :

- Mortier de référence (témoin) → MT.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 05% de déchet de brique du poids de sable → MB5SP.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 10% de déchet de brique du poids de sable → MB10.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 15% de déchet de brique du poids de sable → MB15.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 5% de déchet de céramique du poids de sable → MC5.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 10% de déchet de céramique du poids de sable → MC10.
- Mortier adjuvanté (super plastifiant) avec 15% de déchet de céramique du poids de sable → MC15.

Ces résultats portent sur les résistances mécaniques aux échéances 7 et 28 jours, ainsi que les résultats de la masse volumique et la porosité.

III.2-Les matériaux utilisés sont :

- Sable.
- Ciment (NA442 CEMII/B-L 42.5 N).
- L'eau.
- Super plastifiant.
- Déchets de brique.

- Déchets de céramique.

III.3-La formulation :

- 450 g de ciment
- 1350 sable [de dune]
- Et 225 eau de gâchage
- 6.75 super plastifiant
- Déchets de brique.
- Déchets de céramique.
- un rapport E/C=0.5 .

III.4-Characterisation des matériaux :

III.4.1-Résultat des essais sur le sable :

Les résultats de l'analyse granulométrique, équivalent de sable et les masses volumiques absolues et apparentes, sont représentés dans les tableaux : III.1, III.2, III.6, etc.

III.4.1.1-Analyse granulométrique du sable (NF P18-560)

Elle consiste à déterminer la distribution dimensionnelle des grains constituant l'échantillon en utilisant des tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas.

a. Le but d'essai :

L'essai granulométrique permet de déterminer les pourcentages des grains selon leurs diamètres, en tamisant un sol sec sur une série de tamis de diamètres connus.



Fig. III.1 colonne des tamis



.Fig.III.2 tamiseur électrique.

Tableaux (III.1) Résultats d'analyse granulométrique du sable.

$M_{SOL}=2000gr$						
Tamis diamètre ouverture (mm)	Tares (g)	Tamis plain (g)	Refus Partiels(g)	Refus cumulés(g)	Refus cumulés(%)	Tamisât (%)
5	6.24.8	624.9	0.1	0.1	0.005	99.995
2.5	602.7	637.5	34.8	34.9	1.745	98.255
1.25	507.9	575.7	67.8	102.7	5.135	94.865
0.63	500	677	177	279.7	13.985	86.015
0.315	462.1	1602.2	1140.1	1419.8	70.99	29.01
0.16	278.3	743.3	465	1884.8	94.24	5.76
0.08	273.6	375	101.4	1986.2	99.31	0.69
Fond	452	463.8	11.8	1998	99.9	0.1

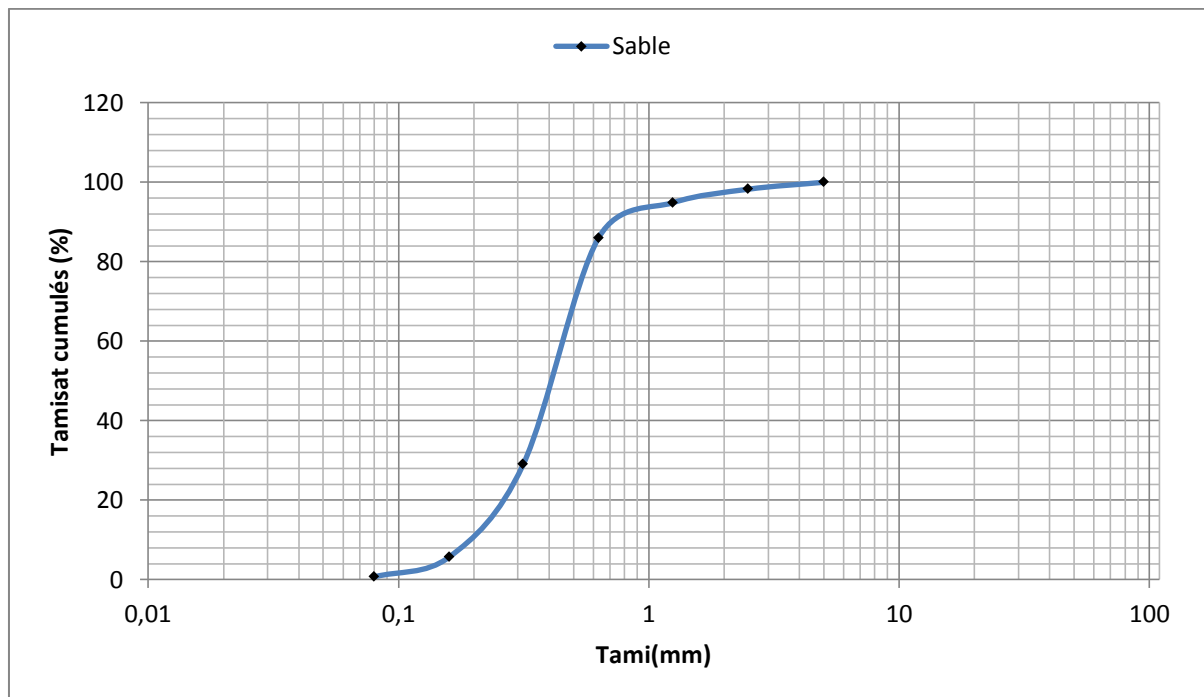


Fig.III.3 La courbe granulométrique de sable.

III.4.1.2-Equivalent de sable (NF P18-598)

a- Le but d'essai :

Cet essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossier. Une procédure normalisée permet de déterminer un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté de celui.



E.S.V	E.S.P	Nature et qualité du sable
-------	-------	----------------------------

Fig. III.4 Essai d'équivalent de sable.



Fig. III.5 Essai d'équivalent de sable avec le piston.

- ✚ Equivalent de sable : **ES**.
- ✚ Hauteur **h1** : sable propre + éléments fines.
- ✚ Hauteur **h2** : sable propre seulement.

Selon que la hauteur h2 est mesurée visuellement ou à l'aide du piston on détermine un : ESV (visuel) ou ESP (par piston).

La masse volumique absolue du sable est déterminée par la formule :

$$ES = \frac{h_1}{h_2} \times 100$$

Tableaux (III.2) Résultat de l'essai de l'équivalent de sable.

Eprouvette	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₁ ' (cm)	ESV (%)	ESP (%)
1	11.8	9.2	8.6	77.96	72.88
2	12.5	9.2	9	73.6	72
3	12.4	9.2	9	74.19	72.58
ES moyen (%)		75.25		72.48	

ES<65	ES<60	Sable argileux : Risque de retrait ou de gonflement à rejeter pour des bétons de qualité.
65<ES<75	65<ES<70	Sable légèrement argileux de propriété admissible pour des bétons de qualité courante quand on ne craint pas particulièrement le retrait.
75≤ES≤85	70≤ES≤80	Sable propre à faible pourcentage de farine argileux convient parfaitement pour des bétons de hautes qualité.
E.S ≥85	E.S >80	Sable très propre : L'absence totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

Le tableau nous donne quelques valeurs souhaitables de l'équivalent de sable

Tableau (III.3) Comparaison des résultats.

❖ Pour le sable de dune Sable propre à faible pourcentage de farine argileux convient parfaitement pour des bétons de hautes qualités.

III.4.1.3-Masse volumique absolue de sable (NF P18-555)

a- 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.

Tableaux (III.4) Résultats de la masse volumique absolue de sable.

N°	M ₁ (g)	V _e (cm ³)	V _i (cm ³)	ρ(g / cm ³)	M ₁ (g)
Essai 1	300	416	300	2.58	2.55
Essai 2	300	416	295	2.43	
Essai 3	300	416	302	2.64	

✚ M₁ : La masse d'échantillons

✚ V_e : volume d'eau.

✚ V : volume d'échantillon

La masse volumique absolue du sable est déterminée par la formule :

$$\rho_{abs} = M/V_{abs} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

III.4.1.4-Masse volumique apparente de sable (NF P18-554)

a- 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).

Tableaux (III.5) Résultats de la masse volumique apparente de sable.

N°	M ₁ (g)	M ₂ (g)	ρ _{app} (g/cm ³)	ρ _{app} Moy(g/cm ³)
essai 1	117.4	1404.5	1.430	1.451
essai 2	117.4	1431.8	1.460	
essai 3	117.4	1435.1	1.464	

✚ M₁: le récipient vide

✚ M₂: masse d'échantillon

La masse volumique absolue du sable est déterminée par la formule :

$$\rho_{app} = \frac{(M_2 - M_1)}{V_r} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

III.4.1.5 La teneur en eau (NF P18-555)

a- But de l'essai :

Les granulats livrés sur chantier sont rarement secs, ils contiennent souvent un pourcentage d'humidité (taux d'humidité), il est nécessaire de connaître celui-ci pour déterminer la quantité d'eau de gâchage, d'autre part le volume du sable varie en fonction de son taux d'humidité, il est donc indispensable et nécessaire de connaître cette variation lorsque des dosages se font en volume.

Tableaux (III.6) Résultats de la teneur en eau.

N°d'essai	M _h (g)	M _s (g)	W (%)	W _{moy} (%)
1	500	498.6	0.28	0.42
2	500	498.3	0.34	
3	500	496.7	0.66	

+ M_h: Poids du sable humide en (g).

+ M_s : Poids du sable sec en (g).

La masse volumique absolue du sable est déterminée par la formule :

$$W = \left(\frac{M_h - M_s}{M_h} \right) \times 100 [\%]$$

III.4.1.6-Degré d'absorption d'eau (NF P18-555)

Cette manipulation a pour objectif de déterminer le coefficient d'absorption d'un matériau à partir de différentes pesées.

+ M₁ : La masse du matériau sec en(g).

+ M₂ : La masse du matériau saturé d'eau superficiellement sec en (g).

Tableau (III.7) degré d'absorption du sable.

N°	M ₁ (g)	M ₂ (g)	A (%)	A _{moy} (%)
essai 1	500	512	2.4	2.46
essai 2	500	513.9	2.78	
essai 3	500	511	2.2	

III.4.1.7--Analyse granulométrique des déchets de brique (NF P18-560)

Tableaux (III.8) Résultats d'analyse granulométrique des déchets de brique

Masse de l'échantillon soumis à l'essai : M =1500gr				
Tamis	Refus (g)	Refus cumulés (g)	Refus cumulés en (%)	Tamisât cumulés en(%)
5	000	000	00.0	100
2.5	18	18	1.2	98.8
1.250	413	431	28.73	71.27
0.630	497	928	61.86	38.14
0.315	472	1400	93.33	6.67
0.160	84	1484	98.93	1.07
0.08	8	1492	99.46	0.54
fond	8	1500	100	0

III.4.1.8--Analyse granulométrique des déchets de céramique (NF P18-560)

Tableaux (III.9) Résultats d'analyse granulométrique des déchets de céramique

Masse de l'échantillon soumis à l'essai : M =1500gr				
Tamis	Refus (g)	Refus cumulés (g)	Refus cumulés en (%)	Tamisât cumulés en(%)
5	000	000	00.0	100
2.5	16	16	1.06	98.94
1.250	420.5	436.5	29.1	70.9
0.630	503	939.5	62.63	37.37
0.315	492	1431.5	95.43	4.57
0.160	55.5	1487	99.13	0.87
0.08	5.5	1492.5	99.5	0.5
fond	7.5	1500	100	0

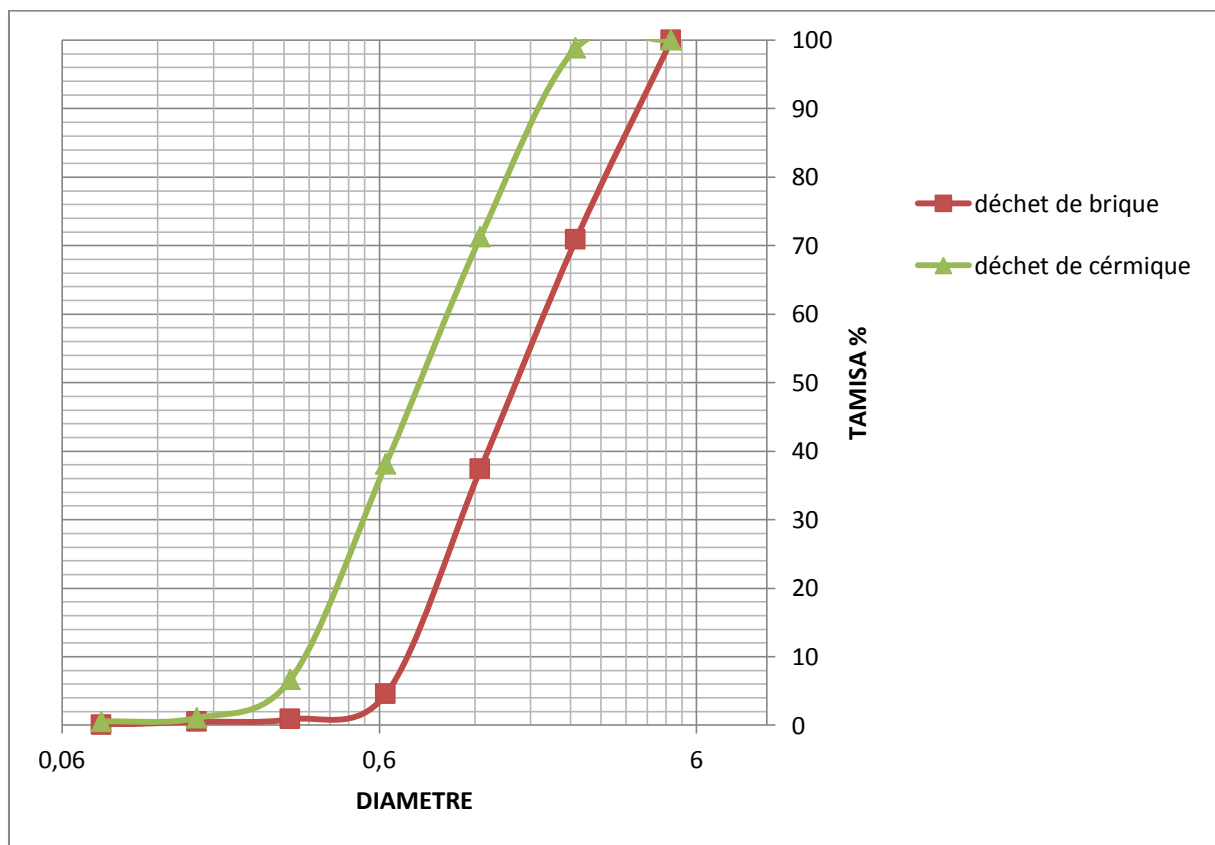


Fig. III.6 La courbe granulométrique de déchet de brique et de déchet de céramique.

III.5-la masse volumique à l'état frais :

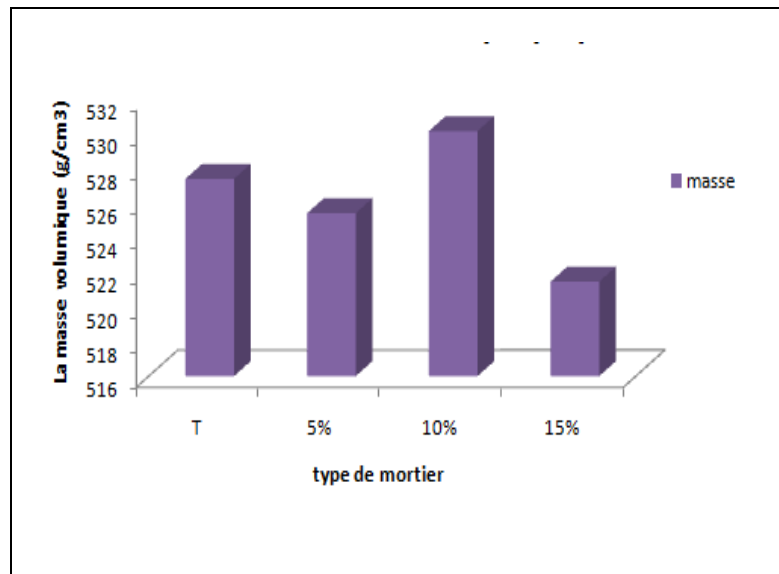


Fig. III.7la masse volumique à l'état frais avec de déchet de brique.

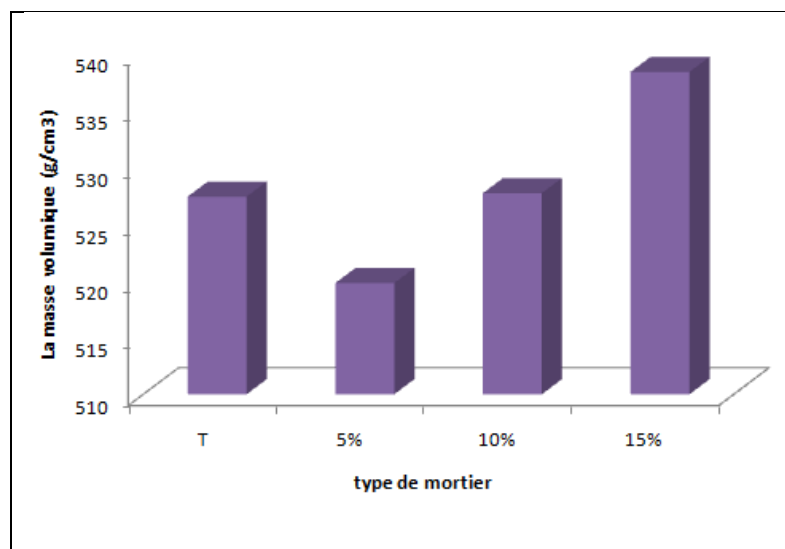


Fig. III.8 la masse volumique à l'état frais avec de déchet de céramique.

D'après la figure (III.6), on remarque que la masse volumique est variée dans l'intervalle de 522 g/cm³ à 532 g/cm³. A titre de comparaison, on remarque que la masse volumique est dont sa valeur majeure (532g/cm³) si le type de mortier à 10 % alors que si il est à 15% on remarque diminution de la masse volumique jusqu'à 20 g/cm³

D'après la figure (III.7), on remarque que la masse volumique est variée dans l'intervalle de 520 g/cm³ à 540 g/cm³. A titre de comparaison, on remarque que la masse volumique est dans sa valeur majeure (540g/cm³) si le type de mortier à 15 % alors que si il est à 5% on remarque diminution de masse volumique jusqu' à 20 g/cm³.

III.6-Essais de résistances mécaniques :

a- Résistance à la flexion

La résistance à la flexion (R_f) en N/mm² est calculée par la formule:

$$R_f = \frac{3.F_f.L}{b^3}$$

Avec

b : est la longueur du côté de la section carrée du parallélépipède (en mm).

F_f : est la charge appliquée au milieu du parallélépipède à la rupture (en N).

L : la distance entre les appuis (en mm).

La moyenne des trois résultats obtenus est calculée à 0,1 N/mm² près.

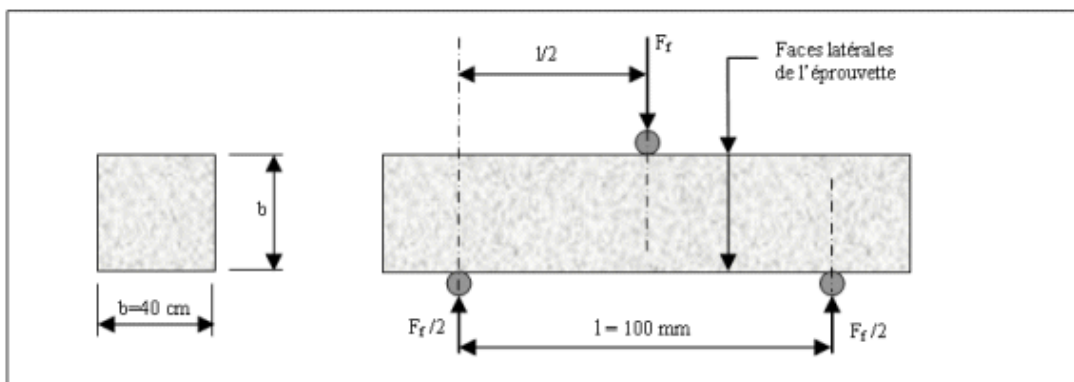


Fig. III.9 Dispositif pour l'essai de résistance à la flexion.

b-Essai de compression

L'essai consiste à étudier les résistances à la compression d'éprouvettes de mortier normal.

Dans un tel mortier la seule variable est le type de ciment préparé ; la résistance du mortier est alors considérée comme significative de la résistance du ciment. Les essais sont souvent effectués sur les éprouvettes prismatiques de 4 x 4 x 16 cm conservés dans l'eau à 20 °C.

Les éprouvettes sont rompues en traction par flexion puis en compression. Et leurs résistances progressent à peu près comme logarithme du temps (entre 1 et 28 jours).

Les demi-prismes de l'éprouvette obtenus après rupture en flexion seront rompus en compression comme indiquée sur la Figure III-14. Si

rupture, la contrainte de rupture deviendra :

$$R_c = \frac{F_c}{b^2}$$

FC est la charge de

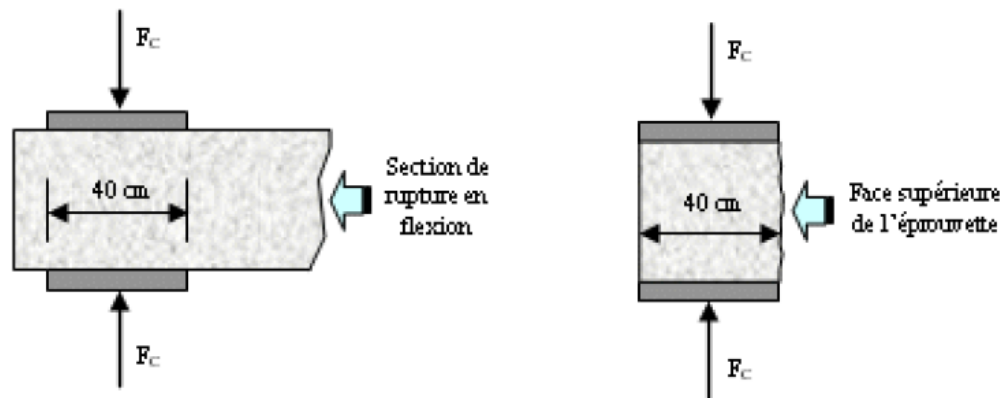


Fig. III.10 Dispositif de rupture en compression.

Cette contrainte est appelée résistance à la compression et, si F_c est exprimée en newton, cette résistance exprimée en MPa vaut :

$$R_c \text{ (MPa)} = \frac{F_c}{1600} \text{ (N)}$$

La norme EN 196-1 [28] décrit de manière détaillée le mode opératoire concernant cet essai. Avec le mortier normal préparé comme indiqué (à la partie mortier normalisé), on remplit un moule 4 x 4 x 16. Le serrage du mortier dans ce moule est obtenu en introduisant le mortier en deux fois et en appliquant au moule une vibration de 120 seconds. Après le moule est rasé, recouvert d'une plaque de verre et entreposé dans la salle ou l'armoire humide. Entre 20 h et 24 h après le début du malaxage, ces éprouvettes sont démoulées et entreposées dans de l'eau à $20 \text{ C}^\circ \pm 1 \text{ C}^\circ$ jusqu'au moment de l'essai de rupture.

Au jour prévu, les 3 éprouvettes sont rompues en flexion et en compression. Les normes ENV197-1 et NFP 15-301 [29,30] définissent les classes de résistance des ciments d'après leur résistance à 2 (ou 7 jours) et 28 jours.

III.7-Résultats des essais mécaniques :

III.7.1 Résultats des essais mécaniques

III.7.1.1 Résistance à la compression

Les essais de résistance en compression des mortiers sont présentés dans les figures suivantes :

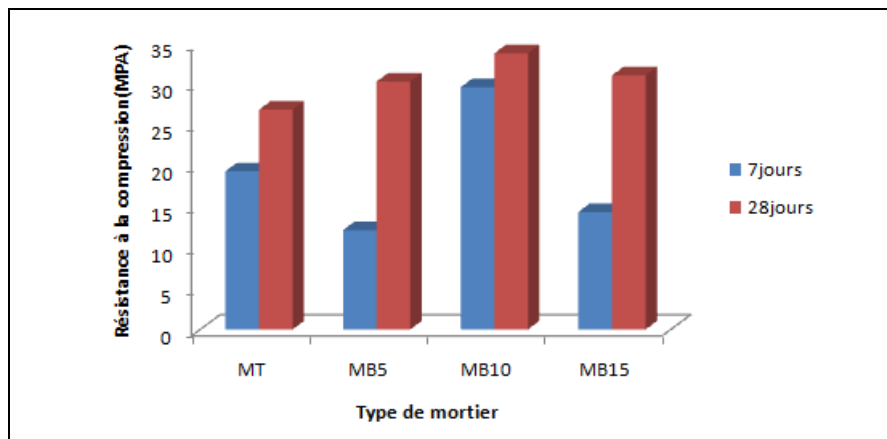


Fig. III.11 Résistance à la compression de mortier à base de déchet de brique.

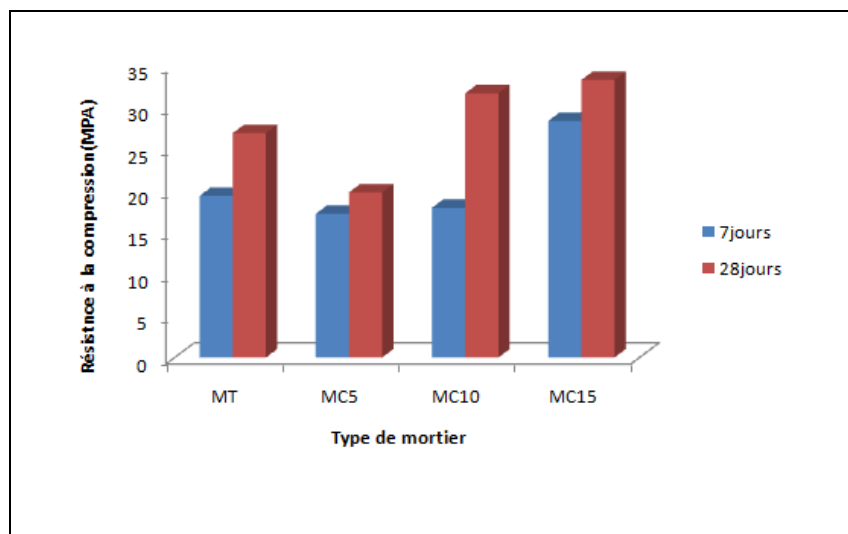


Fig. III.12 Résistance à la compression de mortier à base de déchet de céramique.

Les essais de résistance en compression des mortiers ont conduit aux résultats suivant :

D'ajout du déchet de céramique. Les éprouvettes dont le pourcentage de déchet de céramique de 15% donne le meilleur résultat de la compression.

Les éprouvettes dont le pourcentage de déchet de brique de 10% donne le meilleur résultat à la compression.

III.7.1.2 Résistance à la flexion

Les essais de résistance en flexion des mortiers sont présentés dans les figures suivantes :

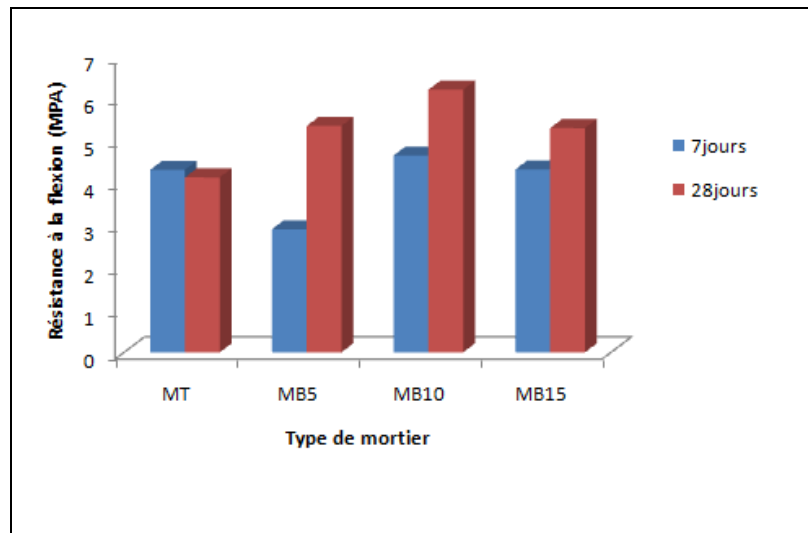


Fig. III.13 Résistance à la flexion de mortier à base de déchet de brique.

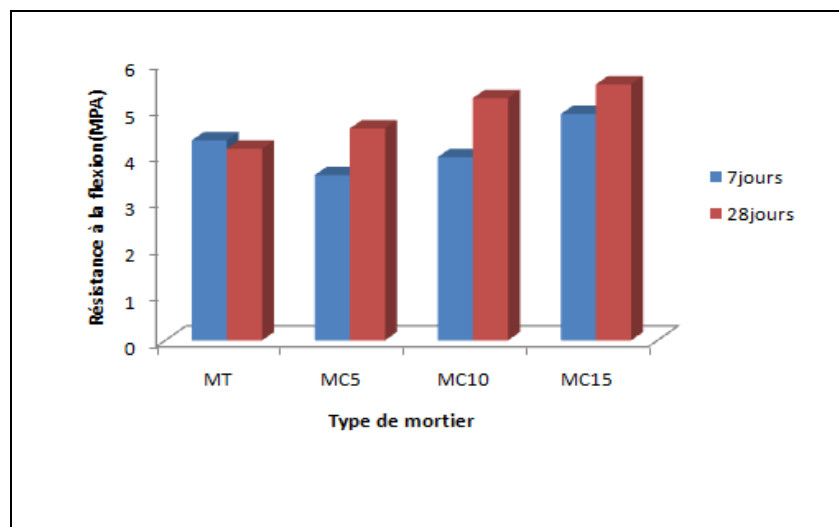


Fig. III.14 Résistance à la flexion de mortier à base de déchet de céramique.

Les figures III.12 et III.13 présentent l'effet de déchet de brique et de céramique sur la résistance à la flexion des mortiers aux différents âges : 7 et 28 jours.

Les résultats obtenus des pourcentages de 10% de déchet de brique ont donné des valeurs supérieures.

On remarque d'après les résultats obtenus que la résistance à la flexion augmente avec l'augmentation du pourcentage du déchet de céramique.

Pour un pourcentage du super plastifiant est constant la résistance de flexion augmente quand l'ajout du pourcentage de déchet de céramique devient le même pour tout.

Les résultats obtenus des pourcentages de 15% de déchet de céramique ont donné des valeurs supérieures.

III.8-Résultats de l'essai de la porosité :

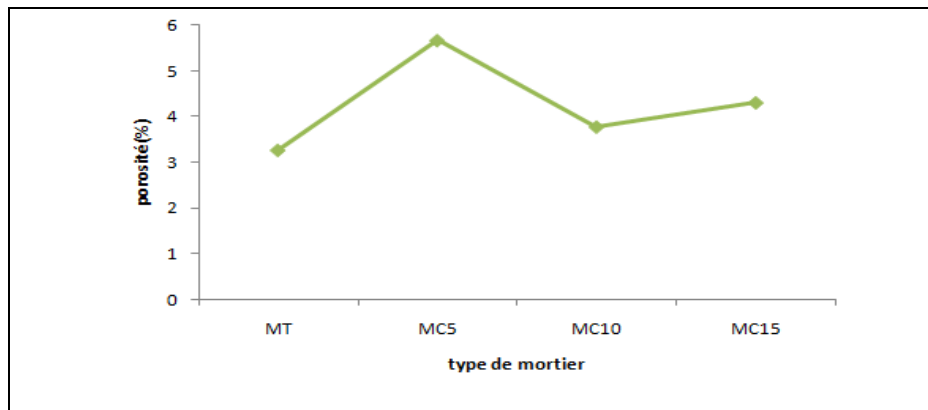


Fig. III.15 porosité de mortier en fonction de déchet de brique.

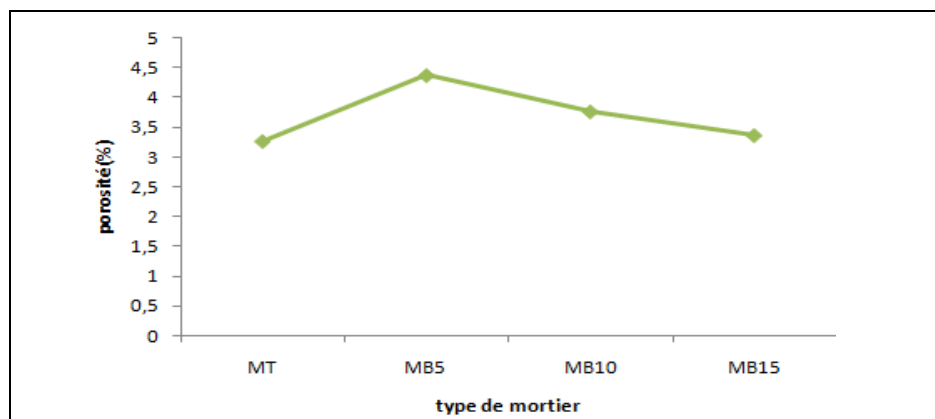


Fig. III.16 porosité de mortier en fonction de déchet de céramique.

Les mortiers témoin présentent un résultat de 3,27 de porosité. La courbe est linéaire à partir du mélange de pourcentage de 10% de déchet de céramique et de 15% de céramique. L'inférence est négligeable. L'augmentation du pourcentage de déchet de céramique n'est pas un facteur influant sur la porosité du mortier.

Le graphe montre que :

La porosité s'évolue en amplifiant le pourcentage de déchet de brique.

Pour un pourcentage de 15% de déchet de brique révèle 5.67% alors que 10% de déchet de brique donne 4.31% dont la différence est importante.

III.9-Résistance à la compression de mortier à base de déchet de brique et déchet de céramique :

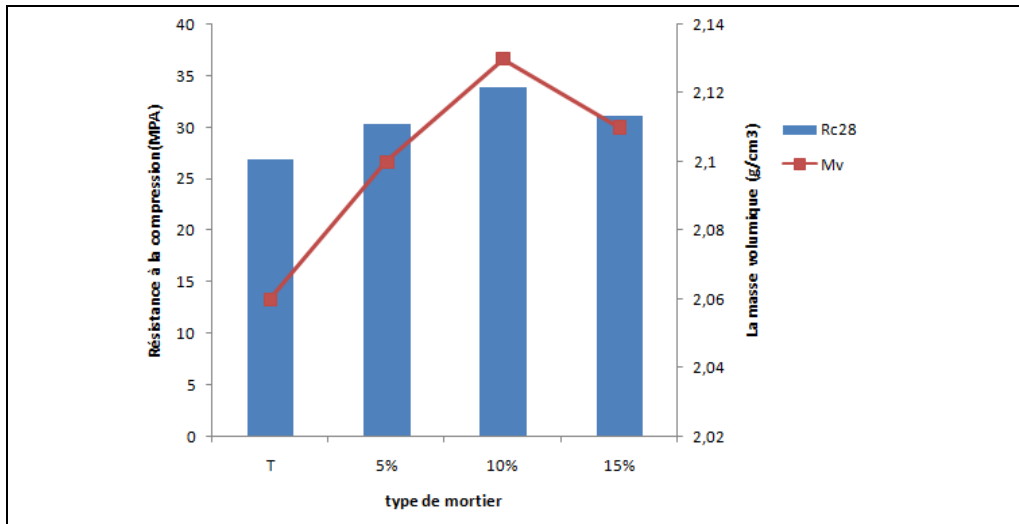


Fig. III.17 Résistance à la compression de mortier à base de déchet de brique.

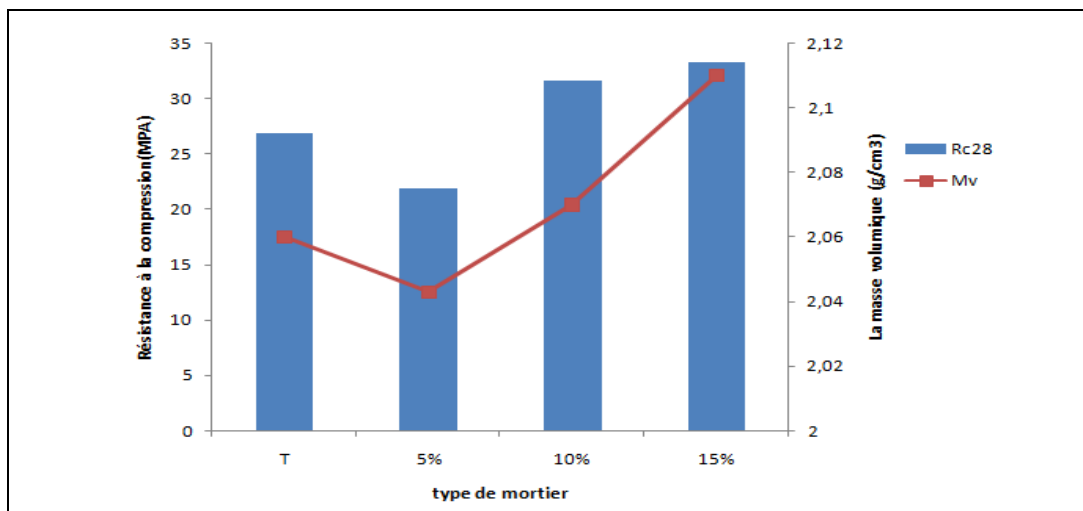


Fig. III.18 Résistance à la compression de mortier à base de déchet de céramique.

Résistance à la compression de mortier à base de déchet de brique

D'après les résultats obtenus on a pu observer qu'il y'a une certaine convergence de résultats de la résistance mécanique des 4 types de mélange avec la masse volumique respective.

Résistance à la compression de mortier à base de déchet de céramique

D'après les résultats obtenus on a pu observer qu'il y'a une certaine convergence de résultats de la résistance mécanique des 4 types de mélange avec la masse volumique respective.

III.10-Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté les résultats des travaux expérimentaux sur l'effet des mortiers formulés du point de vue :

- + Caractérisation De Mortier.
- + Caractéristiques Mécaniques En Compression Et En Flexion.
- + La Porosité Des Mortiers.
- + La masse volumique à l'état frais

Pour les résultats de la compression :

On remarque que la résistance de compression s'amplifié avec l'augmentation du pourcentage D'ajout du déchet de céramique. Les éprouvettes dont le pourcentage de déchet de céramique de 15% donne le meilleur résultat de la compression.

On remarque que la résistance de compression s'amplifié avec l'augmentation du pourcentage d'ajout du déchet de brique.

Les éprouvettes dont le pourcentage de déchet de brique de 10% donne le meilleur résultat à la compression.

Pour les résultats de la flexion :

Les résultats obtenus des pourcentages de 10% de déchet de brique ont donné des valeurs supérieures.

Pour un pourcentage du super plastifiant est constant la résistance de flexion augmente quand l'ajout pourcentage de déchet de céramique devient le même pour tout.

* La résistance dépend considérablement de la porosité.

*L'adjuvant super plastifiant utilisé de cette recherche dont le pourcentage était constant n'a pas influence sur les résultats des mélanges d'ajout des pourcentages de déchet de brique et de céramique.

Conclusion générale

Le recyclage des déchets de briques comme ajout est moins coûteux et ne demande pas pour son élaboration un matériel ou des stations spéciales comme celles conçues à l'élaboration des granulats recyclés à base de déchets de démolition.

Le recyclage des déchets de démolition pour produire d'un nouveau matériau contribue à :

- la mise en décharge de ces déchets ;
- réduction de prix.
- la pris en compte des exigences liées à l'environnement.

Dans ce contexte, il est aisé d'entrevoir l'intérêt tant économique qu'écologique que pourrait présenter l'utilisation des matériaux recyclés (déchets de brique et de céramique)

Ainsi, notre recherche bibliographique nous a permis de dégager que parmi les paramètres les plus influant sur les propriétés que ce soit à l'état frais ou durci des mortiers, on retrouve les caractéristiques des granulats et le dosage en ciment.

Dans ce travail, nous avons présenté les résultats et interprétations d'un programme expérimental concernant les mortiers.

- Le mortier fabriqué avec des granulats provenant du recyclage, présente généralement de - bonnes qualités de maniabilité, durabilité et de résistance.
- Les résultats obtenus des pourcentages de 10% de déchet de brique ont donné des valeurs supérieures à la flexion. Et 15 % concernant les déchets de céramique.
- Pour un pourcentage du super plastifiant est constant la résistance de flexion augmente quand l'ajout pourcentage de déchet de céramique devient le même pour tous.

D'après les résultats obtenus on a pu observer qu'il y'a une certaine convergence de résultats de la résistance mécanique des 4 types de mélange avec la masse volumique respective.

Les sables à base de déchets de briques sont généralement moins absorbants et plus denses que les sables ordinaires.



**Référence
bibliographique**

- [1] **Cours de MDC** en PDF chapitre 6 « LES MORTIERS » Université de Sétif.
- [2] **Bruno Caillard**«Le grand guide de maçonnerie partie 2 Ouvrage »(éléments de maçonnerie)2017.
- [3] **R.DUPAIN, R.LANCHON, J-C.SAINT-ARROMAN**«Granulat, sols, ciment et béton» Edition CASTEILLA-PARIS-2004
- [4] **Manai K**, Etude de l'effet d'ajouts chimiques et minéraux sur la maniabilité, la stabilité et les performances des bétons autonivelants, Mémoire de maîtrise ès sciences appliquées, Sherbrooke, Canada, 1995
- [4] **BOUALI Khaled**« Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires » thèse de magister Université M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES 2013/2014.
- [5] **livres** rédigés par les meilleurs experts BTP en construction génie civil et architecture.
- [6] **WILLIAM.D, CALLISTER.JR** « Science et génie des matériaux » modo lu Editeur, 2001
- [7] **Mounir Bellem** « Valorisation des déchets plastiques pour l'amélioration des performances mécaniques des mortiers »mémoire de master, université de M'sila, juin 2013
- [8] **SYLVER.P** «science des matériaux», université pierre et marie curie 2005 ,2006
- [9] **Cours** première année ST chapitre 5 :les mortiers .
- [10] **DES MURS EN MAÇONNERIE SOUS SOLLICITATION** »chapitre 1 page 15 thèses de master en génie civil université de Tlemcen.
- [11]<https://www.travaux-maconnerie.fr> › Résultats Web Les différents types de mortier - Travaux maçonnerie
- [12] **GCI712** « Durabilité ET réparation du béton », département Génie civil, Université de Sherbrooke-Canada, Avril 2009
- [13] **Cours** première année ST chapitre 5 :les mortiers .
- [14] « **COMPORTEMENT DES MURS EN MAÇONNERIE SOUS SOLLICITATION** »chapitre 1 page 15 thèse de master en génie civil université de Tlemcen.

[15] «Titre IV - Lutter contre les gaspillages et promouvoir l'économie circulaire - Ministère du Développement durable », sur developpement-durable.gouv.fr (consulté le 29 mai 2015).

[16] Ministère algérien de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 2000. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement en Algérie.

[17] <https://www.paprec.com> › histoire-du-rec...

[18] **BOURMATTE N** : granulats recyclés de substitution pour bétons hydrauliques, thèse de magister, université de Constantine, 2004.

[19] **Oikonomou N.D.**, Recycled concrete aggregates, Cement and Concrete Composites, Vol. 27 (2), p. 315-318, 2005.

[20] Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie publié en Avril 2014

[21] **KHENNICHE Lamia** cours « RECYCLAGE ET VALORISATION DES DECHETS »(Génie des procédés) : Université A.MIRA-BEJAIA.

[22] **SYLVER.P** «science des matériaux», université pierre et marie curie 2005 ,2006

[23] **Les litrons de vin français dits « à étoile »**, normalisés, étaient acceptés indifféremment par n'importe quel fournisseur.« Litre 6 étoiles », sur www.abcdvin.com (consulté le 19 mars 2019).

[24] **BOURMATTE NADJOUA** «granulats recyclés de substitution pour bétons hydrauliques » chapitre 1 page 18 Université des frères Mentouri Constantine 2017.

[25] « Contrat d'Etude Prospective Ile-de-France sur les besoins en emplois et compétences liés aux travaux du Grand Paris et aux enjeux de la transition écologique dans le recyclage » [PDF], sur gouv.fr

[26] <https://article.coachreferencement.fr/avantages-inconvenients-recyclage-professionnels>.

[27] « Comportement des bétons a base de granulats recyclés »chapitre page thèse de magister université Mentouri Constantine.

[28] **ODR**« L'intervention des collectivités en matière d'environnement » (2001), p.16.

[29] [Valorisation des déchets en Algérie] **BOUALI Khaled** : Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires (Mémoire de Magister-UMBB-2014).

[30] « LA PROLIFERATION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX » chapitre 1 page 26 thèse de magister en architecture Université El hadj lakhdar Batna.

[31] **Christian Bataille et Claude Birraux** « Assemblée nationale et Sénat, OPECST, Rapport sur l'évaluation du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012 [PDF], 19 janvier 2011, rapporteurs ;, 347 p. ; voir chap. II - La gestion des déchets radioactifs, voir p. 91 sur 347 de la version [PDF] du rapport.

[32] « GRANULATS RECYCLES DE SUBSTITUTION POUR BETONSHYDRAULIQUES BETON DE DEMOLITION - DECHETS DE BRIQUES - DECHETS DE VERRE» chapitre 1 page 23 thèse de doctorat en sciences Université des frères Mentouri constantine 2017.



ANNEXE

ALGÉRIE

متين Matine

50kg



LAFARGE
Construire
des villes meilleures™



Ciment pour béton exigeant

CPJ - CEM II/B 42.5 N

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

Matine

CPJ - CEM II/B 42.5 N.

Matine est certifié, conforme à la norme Algérienne (NA 442) et Européenne (EN 197-1)

AVANTAGES PRODUIT



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

APPLICATIONS RECOMMANDÉES

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



FORMULATION CONSEILLÉE

	Ciment  50kg	Sable (sec)  0/5	Gravillons (sec)  8/15mm 15/25mm	Eau (litres) 
Dosage pour béton c25/30	X 1 	+ X7 	+ X5  + X4 	+ 25 L

Remarque: un bidon = 10 Litres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

• Analyses chimiques

	Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)	10.0±2
Teneur en sulfates (SO3) (%)	2.5±0.5
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)	1.7±0.5
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)	0.02-0.05

• Composition minéralogique du Clinker (Bogue)

	Valeur
C3S (%)	60±3
C3A (%)	7.5±1

• Propriétés physiques

	Valeur
Consistance Normale (%)	26.5±2.0
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm ² /g) (NA231)	3 700 - 5 200
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1 000
Expansion (mm)	≤ 3.0

• Temps de prise à 20° (NA 230)

	Valeur
Début de prise (min)	150±30
Fin de prise (min)	230±50

• Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥ 10.0
28 jours (MPa)	≥ 42.5

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.



LAFARGE ALGÉRIE

Centre commercial Bab Ezzouar, Tour n°02,
Etages 05 & 06, Bab Ezzouar Alger, Algérie
Tél: + 213 (0) 21 98 54 54
Fax: + 213 (0) 23 92 42 94
www.lafargealgerie.com

LAFARGE
لافارج

MEDAPLAST SP 40

Conforme à la norme EN 934-2 Tab 1, 3.1 et 3.2 NA 774

Superplastifiant - haut réducteur d'eau

DESCRIPTION

Le **MEDAPLAST SP 40** est un superplastifiant haut réducteur d'eau permettant d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité.

En plus de sa fonction principale de superplastifiant, il permet de diminuer considérablement la teneur en eau du béton.

DOMAINES D'APPLICATION

- Bétons à hautes performances
- Bétons pompés
- Bétons précontraints
- Bétons architecturaux
- Bétons extrudés
- Bétons BCR

PROPRIÉTÉS

Grâce à ses propriétés le **MEDAPLAST SP 40** permet :

Sur béton frais :

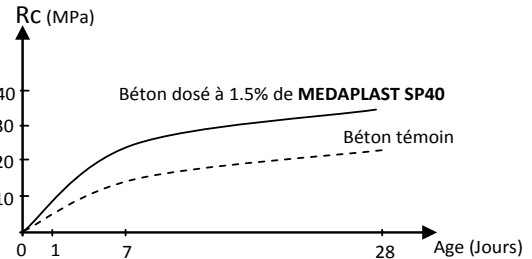
- Améliorer la fluidité
- Augmenter la maniabilité
- Réduire l'eau de gâchage
- Éviter la ségrégation
- faciliter la mise en œuvre du béton

Sur béton durci :

- Augmenter les résistances mécaniques même à jeune âge
- Diminuer la porosité
- Augmenter la durabilité
- Diminuer le retrait

CARACTÉRISTIQUES

• Aspect	Liquide
• Couleur	Marron
• pH	8,2
• Densité	1,20 ± 0,01
• Teneur en chlore	< 1g/L
• Extrait sec	40%



Evolution des résistances en compression

MODE D'EMPLOI

Le **MEDAPLAST SP 40** est introduit dans l'eau de gâchage.

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

DOSAGE

Plage de dosage recommandée :

0,6% à 2,5% du poids de ciment soit 0,5L à 2L pour 100 kg de ciment

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

CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

Le **MEDAPLAST SP 40** est conditionné en bidons de 12Kg, fûts de 270 kg et cubitenaire de 1200 kg.

Délai de conservation :

Une année dans son emballage d'origine, à l'abri du gel et de la chaleur ($5^{\circ}\text{C} < t < 35^{\circ}\text{C}$).

PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

Manipulation non dangereuse.

Se référer à la Fiche de Données de Sécurité disponible sur : www.granitex-dz.com

PV d'essais conforme aux normes, établi par le **CNERIB** en Janvier 2007.

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



Zone industrielle Oued Smar – BP85 Oued Smar – 16270 Alger

Tél : (213) 021 51 66 81 & 82

Fax : (213) 021 51 64 22 & 021 51 65 23

www.granitex.dz - E-mail: granitex@granitex.dz

