

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps caractériser les matériaux utilisés dans la fabrication des différents mélanges de béton.

Nous avons analysé les caractéristiques des granulats ordinaire et des granulats recyclés (déchets de brique) entrant dans la composition de béton et on a étudié la possibilité d'utiliser les déchets de brique comme granulats dans le béton ordinaire avec des taux de substitution différentes, Pour le béton sa formulation a été effectuée par la méthode de « Dreux et Goriss ».

III.2. Matériaux utilisé :

III.2.1. Les granulats :

III.2.1.1. Analyse granulométrique :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs Classes granulaires de tailles décroissantes. Les dimensions de mailles et le nombre des tamis Sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue. Les masses des différents refus ou celles des différents tamisât sont rapportées à la Masse initiale de matériau, les pourcentages ainsi obtenus sont exploités, soit sous leur forme Numérique, soit sous une forme graphique (courbe granulométrique). L'essai est effectué Conformément à la norme française P 18-560 [27]. Les figures (III.1), (III.3), (III.4), présentent les résultats de l'analyse Granulométrique obtenus.

III.2.1.2. Granulats fin :

➤ a/Sable el guelta 0/5 pour le béton :

Le sable utilisé est un granulat propre de classe granulaire s'étendant entre 0 et 5 mm qui est disponible à Tiaret, Selon l'analyse faite au laboratoire LTPO, on a obtenu les résultats des passants cumulés représentés dans la figure suivante :



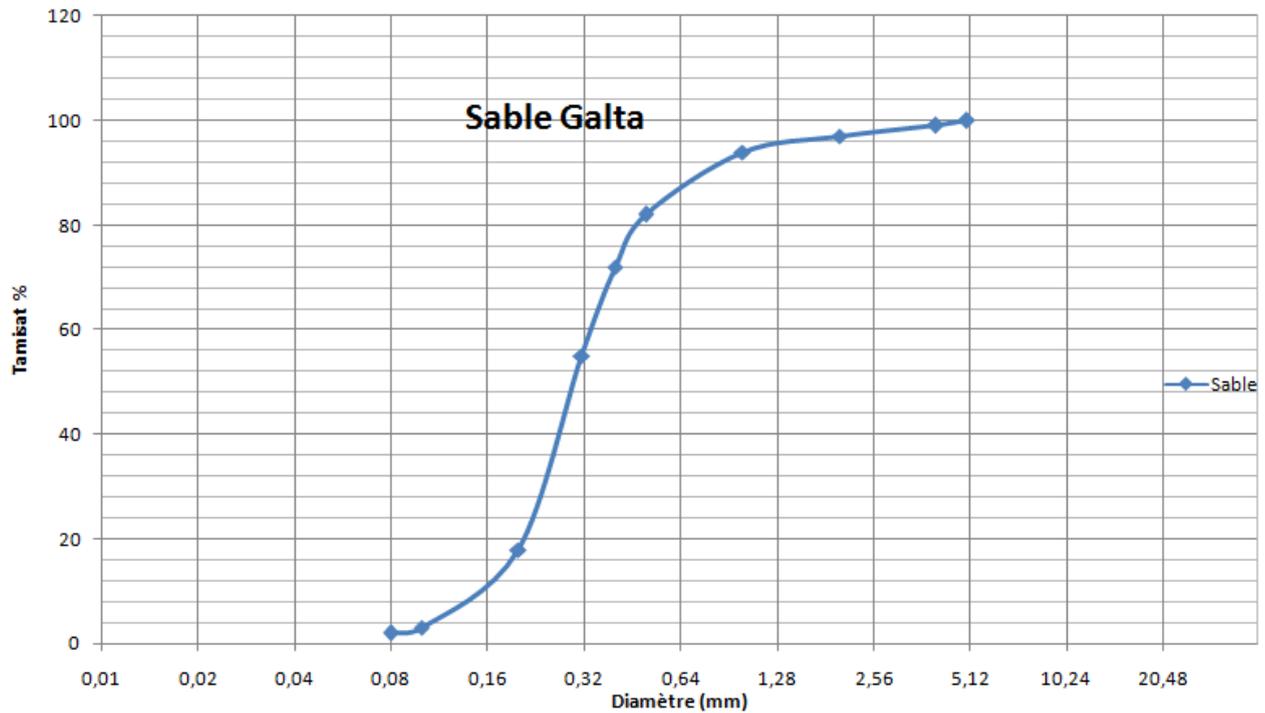


Figure (III.1) : Courbe granulométrique pour sable d'al guelta 0/5

III.2.1.3. Granulats gros :

III.2.1.3.1. Gravier :

Le gravier utilisé dans notre étude est un granulats concassé composé de deux classes granulaires mélange produit de la carrière de kbouba (Tialet).

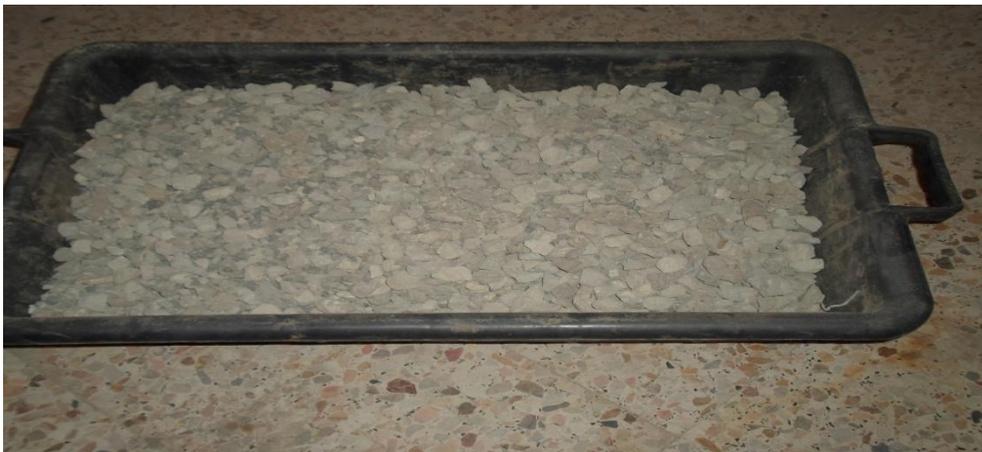


Photo (III.1) : Mélange de gravier kbouba

D’après L’analyse granulométrique effectuée sur notre gravier au niveau du laboratoire de LTPO Tiaret on a obtenus les résultats représenté dans la figure suivante :

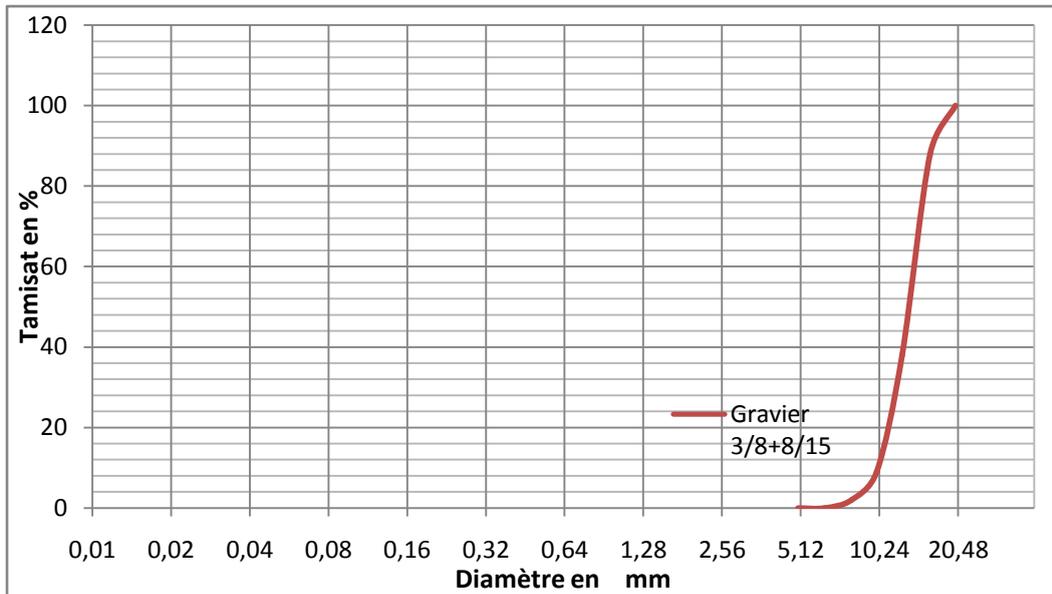
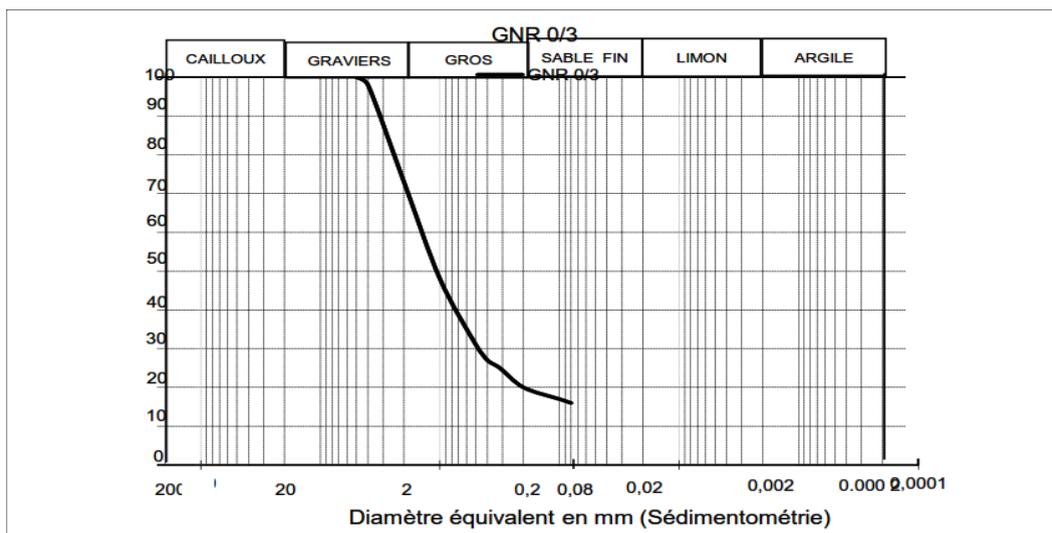


Figure (III.2) : Courbe granulométrique pour le mélange de gravier kbouba

III.2.1.2. Analyses complémentaires

➤ a/Granulat fin-sable

Concernant les autres caractéristiques géométrique et physique pour le sable utilisé dans le béton (Sable d’el guelta), les analyses ont été réalisées au niveau de laboratoire LTPO et les résultats suivants ont été obtenus :



Figure(III.3) : Analyse granulométrique des granulates de sable d’el guelta

Tableau (III.1) : Caractéristiques physico-chimiques du sable 0/5

		Sable el guelta (0/5)	
Caractéristiques	symbole	valeur	Unité
Module de finesse	Mf	2.25	-
Masse volumique absolue	M abs	2.79	g/cm³
Masse volumique aparente	M app	1.46	g/cm³
Equivalent de sable	Es	67	%

Tableau (III.2) : Caractéristiques physico-chimiques du gravier de kbouba

Caractéristiques	symbole	mélange gravier de kbouba	unité
% des fines	F	1.61	%
Masse volumique absolue	M abs	2.63	g/cm³
Masse volumique apparente	M app	1.36	g/cm³

III.2.2. Le ciment :

Le ciment Utilisé dans notre étude est un ciment portland composé obtenu par le mélange finement broyé de clinker et d'ajouts. Le sulfate de calcium est ajouté sous forme de gypse en tant que régulateur de prise. Le ciment provient de Matine mascara ; l'identification de produit CPJ-CEM II/B 42,5N (Matine) et il a les caractéristiques suivantes :

Tableau (III.3) : Caractéristiques du ciment

Caractéristiques	Description
physiques	<ul style="list-style-type: none">• Le temps de début de prise mesuré sur pate pure est 60 minutes.• Le retrait à 28 jours d'âge du mortier normal est 1000 $\mu\text{m}/\text{m}$.• La stabilité mesurée sur éprouvette de pate pure est 10mm.
mécaniques	<ul style="list-style-type: none">• Les résistances mécaniques à la compression font apparaitre une valeur moyenne des résultats à 28 jours d'âge, voisine de 42.5 N/mm^2, c'est ce qu'on appelle la classe vraie du ciment.
chimiques	<ul style="list-style-type: none">• La teneur en sulfates (So_3) dans le ciment est de 3.5 %.• La teneur en chlorures (Cl^-) est de 0.1 %.



Photo (III.2) : Ciment utilisé de Mascara (Matine)

En conclusion, le produit se présente comme suit :

- **Désignation** : Ciment Portland composé.
- **Identification** : CPJ-CEM II/B 42,5N NA442.
- **Composition** : 97% de Clinker et 3 % d'ajouts.

III.2.3. Eau de gâchage :

On a utilisé une eau potable du robinet, ce qui est considéré comme appropriée pour la fabrication du béton et le mortier et ne nécessite aucun essai spécifique [24].

III.2.4. Equipements utilisé dans l'identification de nos matériaux :

Le matériel que nous avons utilisé pour effectuer les essais d'identification de nos matériaux est le suivant :

III.2.4.1. Série de tamis d'analyse granulométrique en inox :

0.08, 0.16, 0.315, 0.63, 1.25, 2.5, 5mm .



Photo (III.3) : Série de tamis d'analyse granulométrique

III.2.4.2. Appareillage d'équivalent de sable :

Equivalent de sable a pour déterminé la propreté de sable



Photo (III.4) : Essai d'équivalent de sable

III.2.4.3. L'entonnoir :

Un récipient de mesure en plastique ou en acier pour mesurer la masse Volumique apparente d'un échantillon. Il permet de déterminer la masse volumique Apparente d'un granulat.



Photo (III.5) : L'entonnoir

III.3. Méthodologie d'étude :

L'objectif de notre étude c'est de valoriser les déchets de brique dans le béton ordinaire.

Les besoins de notre étude nous amènent à préparer deux bétons : Béton (1) et un béton témoin BT.

Dans ce qui suit nous donnons la définition et la composition de chaque type de béton.

➤ **Béton témoin (béton T) :**

Le béton témoin est un mélange ordinaire préparé à partir de mélange de gravier, d'un sable naturel (guelta) 0/5, de ciment portland composé (Matine) et de l'eau. La méthode de composition utilisée est la méthode Dreux et Goriss.

➤ **Béton (1) :**

C'est un béton ordinaire artificielle a partir d'un sable naturel 0/5 sont remplacé par des granulats de brique broyées avec les pourcentages suivantes (33, 66,100)%. On y ajoute un ciment portland composé CPJ-CEM II/B 42,5N, une gravier de classe granulaire (mélange) et de l'eau.

III.4. Programme expérimentale :

B0	Béton ordinaire
B(1)33	Béton avec 33% de granulats de brique broyées en substitution avec le volume de granulat de sable 0/5
B(1)66	Béton avec 66% de granulats de brique broyées en substitution avec le volume de granulat de sable 0/5
B(1)100	Béton avec 100% de granulats de brique broyées en substitution avec le volume de granulat de sable 0/5

Les différents mélanges de béton que nous avons réalisé dans notre étude sont représentés dans les tableau suivant :

Tableau(III.4) : Désignation du Béton (1)

III.5. Méthode d'essais

III.5.1. Eprouvette et les moules :

On a utilisé des éprouvettes pour réaliser l'essai de compression pour béton.

- des éprouvettes de forme cylindrique normalisée et d'élanement (16x32) cm ; norme (NF P 18-406, NA 427) [30].



Photo (III.6) : Les éprouvettes (16x32) cm

III.5.2. Le malaxage de béton :

- Le malaxage de béton a été réalisé dans un malaxeur mécanique au laboratoire de PFE qui assure le mélange des constituants par simple rotation de la cuve suivant un axe horizontal la vitesse de rotation est de l'ordre de 24 tours par minute.

Le temps de malaxage est de 03 minutes dont 01 minute de malaxage à sec des granulats et de ciment, 02 minutes de malaxage humide après ajout d'eau et de sable.

-La procédure de malaxage est celle préconisée dans la norme NF P15-403[29].

Le liant (ciment)

La vitesse de 140 tours/min pendant une minute.

Le sable est ensuite ajouté.

Un malaxage de 3 minutes à la vitesse de 280 tours /min est réalisé.

Après l'arrêt du malaxage, on effectue un raclage manuel des parois de la cuve

Enfin, le cycle se termine par un malaxage de trois minutes à 280 tours/min



Photo (III.7) : Malaxage de béton

III.6. Essai sur béton frais :

III.6.1. Affaissement au cône d'Abrams :

III.6.1.1. Principe de l'essai :

Cet essai consiste à mesurer la hauteur d'affaissement d'un volume tronconique de béton frais. Ce dernier est compacté dans un moule ayant la forme d'un tronc de cône. Lorsque le cône est soulevé verticalement, l'affaissement du béton permet de mesurer sa consistance.

V.6.1.2. Mode opératoire :

- Humidifier le moule et le plateau de base, puis placer le moule sur le plateau
- Maintenir fermement le moule en place pendant le remplissage, en le solidarissant par les deux pattes de fixation.
- Remplir le moule en trois couches, chacune correspondant approximativement, après serrage, au tiers de la hauteur du moule.
- Piquer chaque couche 25 fois avec la tige de piquage. Répartir les coups uniformément sur la section de chaque couche. Pour la couche inférieure, il est nécessaire d'incliner légèrement la tige et de donner approximativement la moitié des piquages avec des coups en spirale jusqu'au centre. Piquer la deuxième couche et la couche supérieure, chacune sur toute son épaisseur, de sorte que la tige pénètre légèrement dans la couche sous-jacente. Lors du remplissage et du compactage de la couche supérieure, mettre un excès de béton au-dessus du moule avant de commencer

le piquage. Si lors du piquage de la couche supérieure apparaît un manque de béton au dessous du bord supérieur du moule. Ajouter du béton pour avoir toujours un excès. Après avoir piqué correctement la couche supérieure, araser le béton suivant le bord supérieur du moule en effectuant un mouvement de sciage et de roulage à l'aide de la tige de piquage.

Chapitre III : Manipulation

- Enlever le béton qui s'est écoulé sur le plateau de base. Démouler le béton en soulevant verticalement le moule avec précaution.
- Immédiatement après avoir retiré le moule, mesurer l'affaissement (h) en déterminant la différence entre la hauteur du moule et le point la plus haut du corps d'éprouve affaissé.



III.7. Essais sur béton durci :

III.7.1. Essai de Résistance à la compression pour le béton:

En remplis Les éprouvettes de (16x32) cm par le béton, les éprouvettes sont conservées sans être déplacées pendant 24 heures.

Après démoulage, les éprouvettes sont conservées dans l'eau jusqu'à réalisation des essais.

L'essai a pour but de connaître la résistance à la compression. L'éprouvette étudiée est soumise à une charge croissante d'une presse hydraulique de 1500 KN de capacité jusqu'à la rupture.

La conduite de l'essai est la suivante : l'éprouvette, une fois rectifiée doit être centrée sur la presse d'essai avec une erreur inférieure à 1% de son diamètre. La mise en charge doit être effectuée à raison de 0.5 MPa avec une tolérance de ± 0.2 MPa

La presse nous donne directement la résistance à la compression

Chaque résultat est la moyenne de 3 mesures sur trois éprouvettes de même âge.



Photo (III.8) : L'essai de compression de béton

En enregistrant la force maximale indiquée dans le moniteur de la machine, on calcule la résistance à la compression comme suit :

$$R_c = F_c / A \dots\dots\dots (12)$$

R_c : Résistance à la compression en [MPa].

F_c : Force maximale de compression en [N].

A : Surface de l'éprouvette en [mm²].

Les essais sont effectués conformément à la Norme NF P15-471

III.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, les différentes caractéristiques physiques, chimiques et mécaniques des composants entrant dans la composition du béton ont été établies. Les courbes granulométriques de toutes les classes granulaires sont présentées.

En effet nous avons pu préparer des granulats en déchets de brique broyées dont les dimensions sont presque les mêmes que celles du sable.

L'essai au cône d'Abrams nous a permis de déterminer la consistance des bétons étudiés.

Les essais à la compression sont décrits. Il est utilisé pour obtenir les valeurs des résistances à la compression.