

3- MATERIAUX ETUDIÉS ET METHODES EXPERIMENTALES

3-1. Matériaux utilisés

3-1-1- Le ciment

Tous les bétons et mortiers ont été fabriqués avec deux types de ciment provenant de la cimenterie de Ain Touta (wilaya de Batna) à savoir le CPJ-CEM II/A 42.5 et le CPA-CEM I 42.5 ES dont les caractéristiques sont données au Tableau 3-1

Tableau 3-1 : Caractéristiques des ciments

Nomination	CPJ-CEM II/A 42.5	CPA-CEM I 42.5 ES
Caractéristiques		
Masse Volumique Apparente (g/cm³)	1.215	1.100
Masse volumique Absolue (g/cm³)	3.150	3.190
Surface spécifique (BLAINE) (cm²/g)	4000	4200
Temps de début de prise (heures)	2h : 03	2h : 12
Temps de début de prise (heures)	3h : 00	3h : 08
La résistance à la compression à 28 jours (MPA)	47	43

Les compositions chimiques et minéralogiques de ces ciments sont présentées aux tableaux 3.2 et 3-3.

Tableau 3-2 : Composition chimique des ciments

Composition chimique (%) :												
1. CPJ-CEM II/A 42.5												
2. CPA-CEM I 42.5 ES												
Type de ciment	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO	SO₃	Cl	K₂O	Na₂O	Chaux libre	Perte au feu	Résidu insoluble
1	20.34	5.37	3.00	61.69	1,80	2.20	0.027	0.76	0.14	0.97	5.03	1,12
2	22.17	4.53	5.04	64.55	1.02	1.34	0.00	0.42	0.21	1.09	0.94	0.80

Tableau 3-3 : Composition minéralogique des ciments

Composition minéralogique (%)				
Type de ciment	C₃S	C₂S	C₃A	C₄AF
CPJ-CEM II/A 42.5	58.3	14.6	8.7	11.26
CPA-CEM I 42.5 ES	51.20	21.16	3.10	12.42

3-1-2- Les granulats (naturels et recyclés) :

Pour le besoin de l'étude, nous avons jugé important d'utiliser deux sources de matériaux de démolition (béton de ciment concassés) et (déchets de brique concassés) ;

3-1-2-1. Le sable :

- Sable naturel (SN) 0/5 provenant de Oued-Lioua (Biskra).
- Sable recyclé (SDB) 0/5 produit par le concassage de béton de ciment d'un vieil immeuble situés à Biskra.
- Sable recyclé (SDBR) 0/5 produit par le concassage de la brique cuite de la briqueterie des Frères Amouri (Biskra).

Le concassage des deux types de sables recyclés était assuré après tirage des impuretés par un marteau.

3.1.2.2. le gravier :

Nous avons utilisé des pierres concassées de la région d'Ain Touta (Wilaya de Batna), la figure 3.4 présente les résultats de l'analyse granulométrique

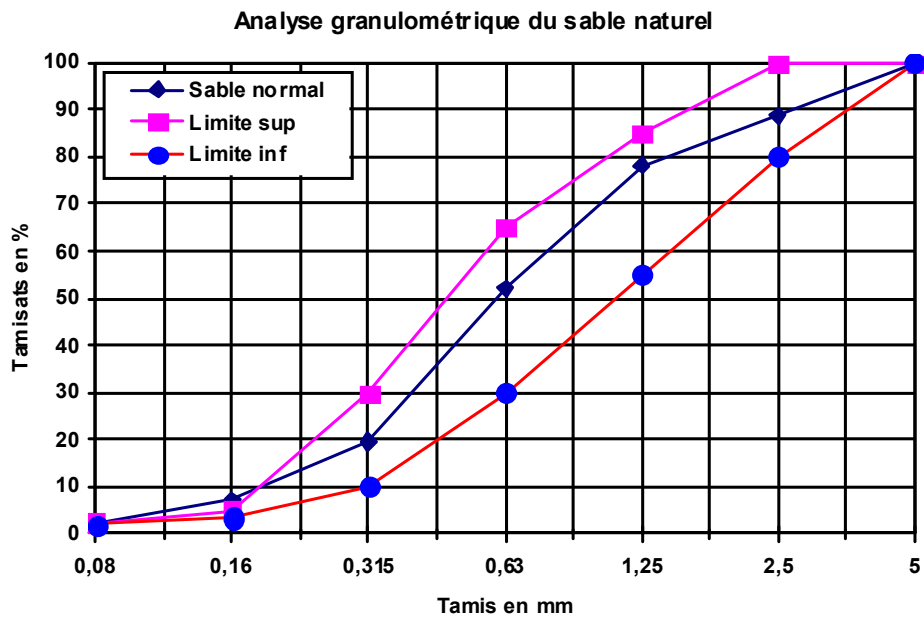


Figure 3.1. Courbe granulométrique du sable naturel (SN)

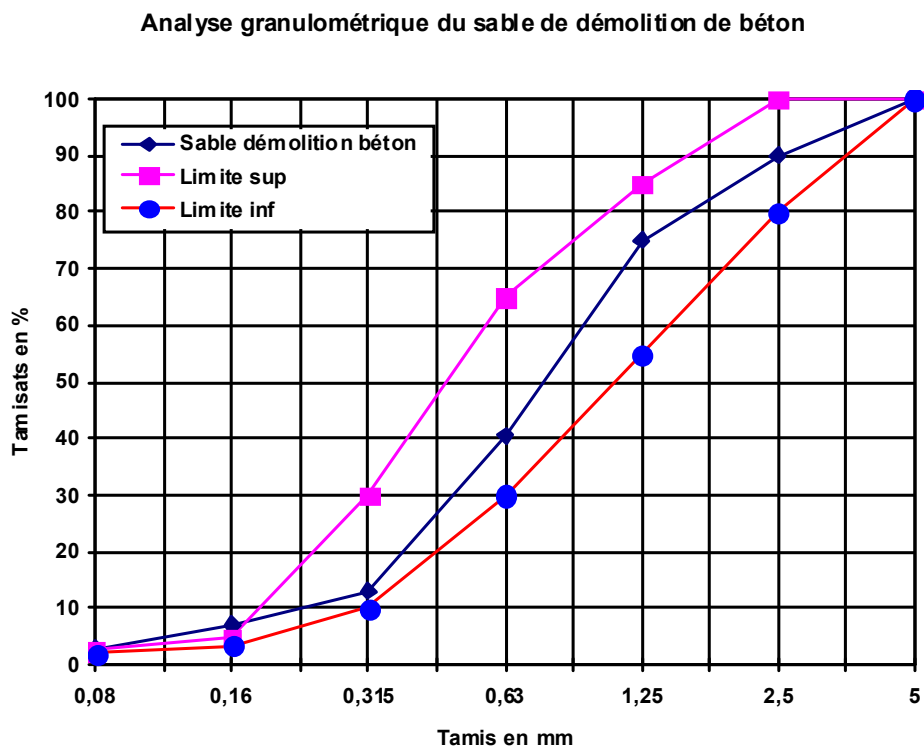


Figure 3.2. Courbe granulométrique du sable recyclé (SDB)

Analyse granulométrique du sable de démolition de brique rouge

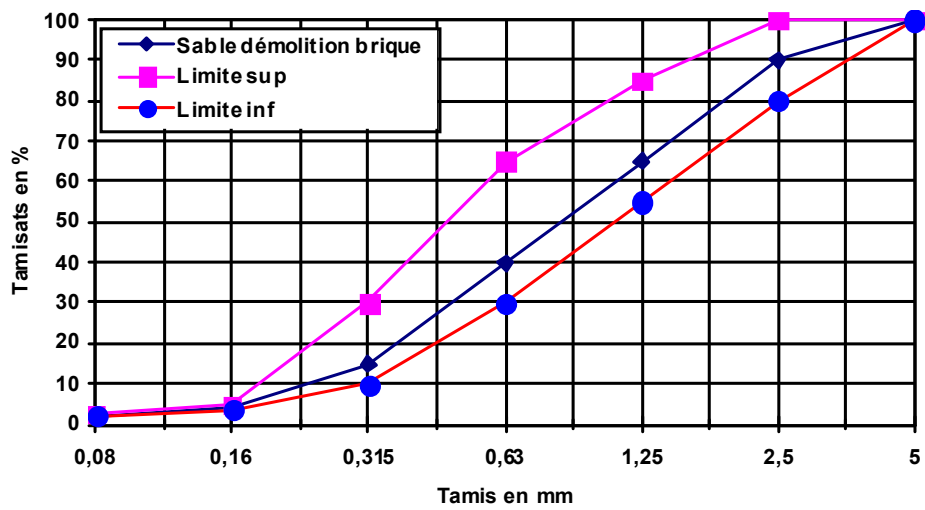


Figure 3.3. Courbe granulométrique du sable recyclé (SDBR)

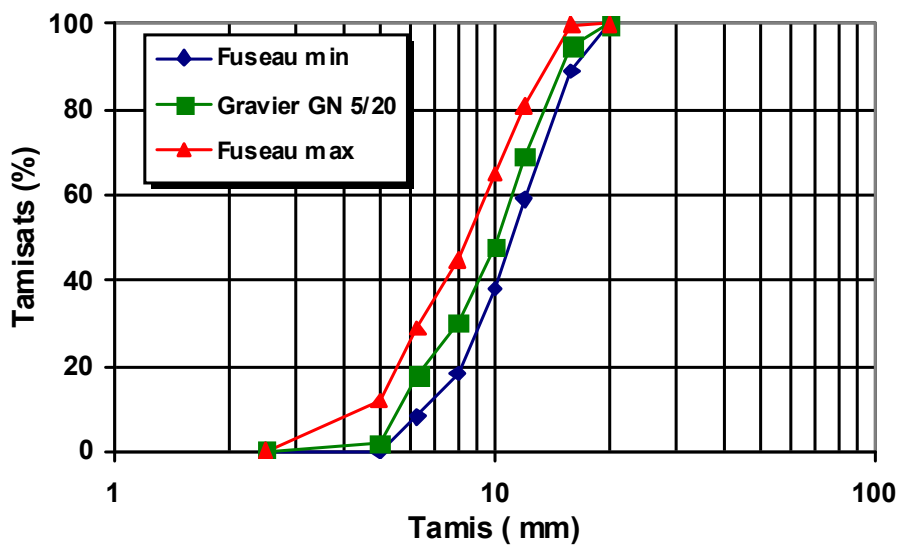


Figure 3.4 Courbe granulométrique des graviers

3.1.3 Granulométrie et formes de grains

L'étude granulométrique a été réalisée conformément à la norme NF EN 933-1 [Normes AFNOR], qui permet de déterminer la grosseur et les pourcentages de grains constituant l'échantillon. Elle s'applique à tous les granulats de dimensions inférieures ou égales à 80mm, ou le gravier et le sable passant à travers une série de maille décroissante dont on pèse le refus pour chaque tamis. Les courbes granulométriques des graviers et sables utilisés sont présentés dans les figures : 3.1, 3.2 et 3.3. Nous remarquons d'après ces courbes granulométriques que les différents sables utilisés sont acceptables pour la confection du béton hydraulique.

Le module de finesse est de 2.53, 1.85 et 1.74 respectivement pour les sables naturels (SN), le sable recyclé (SDB) et le sable recyclés (SDBR).

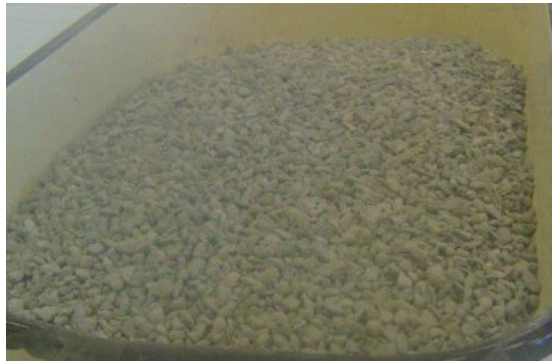


Photo 3.1 : Sable recyclé (SDB) 0/5 produit par le concassage de béton



Photo 3-2 : Sable recyclé (SDBR) 0/5 produit par le concassage des déchets de briques

3.1.4 Masses volumiques :

Les masses volumiques apparentes et spécifiques des différents granulats étudiés naturels ou recyclés sont mesurées d'après la norme NF P 18-554 et 555 [Normes AFNOR], les résultats sont résumés dans le **tableau 3.4**

Tableau 3.4. : Masses volumiques des granulats étudiés :

	GN	SN	SDB	SDBR
Masse volumique apparente (kg/m³)	1420	1560	1244	1160
Masse volumique absolue (kg/m³)	2740	2550	2300	2000

Nous remarquons que la masse volumique des granulats recyclés est plus faible que celle des granulats naturels, ce qui est conforme avec les résultats trouvés par d'autres chercheurs [HANSEN. TC, NEWMAN. AJ, COQUILATS. G,] ou en moyenne une chute de 10% de la masse volumique des granulats de béton concassés et de 18% pour les granulats de brique concassés par rapport au granulats originaux a été observée. Cette diminution est principalement due à la masse d'ancien mortier de faible densité recouvrant les particules des granulats de béton concassé, tandis que la chute de masse volumique des granulats de brique est très remarquable et ses granulats peuvent être classés comme granulats légers.

3.1.5 Absorption d'eau :

On détermine un coefficient d'absorption qui est défini comme le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après immersion pendant 24 heures à 22° C à la masse sèche de l'échantillon conformément à la norme NF P 18-555 [Normes AFNOR].

Les résultats de cet essai sur les granulats étudiés sont portés **au tableau 3-5.**

Tableau 3.5. Les résultats d' absorption d'eau pour les granulats étudiés

	GN	SN	SDB	SDBR
Abs %	1.3	11	14	16

Nous remarquons que les sables recyclés absorbent beaucoup plus que les sables naturels. Cela du à la présence d'ancien mortier dans les granulats de béton concassé. Par contre, il semble que pour les granulats de brique est du à la porosité élevée de ces derniers.

3.1.6 Propreté des granulats:

▪ Equivalent du sable (propreté) :

Le but de cet essai est de mettre en évidence la propreté du sable. L'essai a été fait conformément à la norme NF P 18-598 (1991) [Normes AFNOR] et les résultats de l'essai sont résumés dans le tableau 3.6

Tableau 3.6. pourcentages d'impureté dans les granulats fin :

	SN	SDB	SDBR	Critère de la norme
Equivalent de sable (ES)	70.7	78.00	82.00	≥ 70 (65 et 60 pour les sable concassé ou broyé)

Nous remarquons une augmentation de l'équivalent de sable des bétons recyclés de 10 à 15% respectivement pour les sables (SDB) et (SDBR)par rapport à celui du sable naturel, ceci confirme les résultats d'autres chercheurs ou l'augmentation était de 10% pour les sables recyclés de béton démolis et de 18 à 20 pour les sables recyclés de brique concassé.[HANSEN,TC, MARLET. JD et PIMIANTA. P,].

3.1.7 Compacité et porosité des granulats

La compacité est définie par le rapport du volume de matière pleine au volume total. Alors que la porosité (P) est par définition le complément à l'unité de la compacité.

« $P = 1 - C$ ». L'essai est réalisé selon la norme NFP18-554 [Normes AFNOR]

Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau 3-7**.

Tableau 3.7. : Compacité et porosité des granulats fins

	SN	SDB	SDBR
Compacité (%)= MVA/MS	60	50.00	40.00
Porosité (%) : P=1-C	37	48.00	58.50

MVA : Masse volumique apparente.

MS : Masse volumique spécifique.

La diminution de compacité par rapport au sable naturel est de l'ordre de 18%, pour les sables de béton concassé (SDB) et de 34% pour le sable de brique concassé (SDBR)

La compacité du sable pour béton hydraulique selon Dreux [DREUX.D & FESTA. J] doit être entre 60 et 70%. Les résultats ci-dessous montrent que les sables recyclés (SDB et SDBR) sont assez peu compacts et par conséquent beaucoup plus poreux par rapport au sable naturel ce qui peut engendrer une ségrégation du béton.

3.1.8. Adjuvants

Lors de cette étude nous avons utilisé **un super plastifiant** nommé **MEDAFLOW 30**, provenant de GRANITEX .Oued Smar (Wilaya d'Alger), il est conforme aux exigences des normes NFP 18333 et NFP 18336. Ce produit est un réducteur d'eau. Il est compatible avec tous les types de ciments. Ses caractéristiques sont présentées au tableau 3.8

Tableau 3.8. : Caractéristiques du super plastifiant MEDAFLOW 30

forme	couleur	densité	PH	Teneur en chlore
Liquide	jaunâtre	1.18	6 - 6.5	< 1g/l

3.1.9. Fumée de silice

La fumée de silice a été incorporée avec le ciment dans le malaxeur et ce dans trois mélanges de béton avec une proportion en masse de ciment de 8% et notamment en présence du superplastifiant.

3.1.10. Eau de gâchage

L'eau utilisée lors de la fabrication des mélanges de béton est celle provenant du robinet en principe exempte d'impuretés. Il s'agit d'une eau potable. Sa température n'est pas contrôlée lors des gâchées, quoique le béton obtenu à une température assez constante d'un mélange à l'autre, de 18 à 20°.

3.2. MELANGES

Dans le cadre de cette étude on a deux types de mélanges :

- Le premier type consiste à l'étude des mortiers dans lequel ont été utilisés deux types de sable recyclés :

SDB : sable de démolition de béton concassé

SDBR : sable de démolition de brique concassée
et un sable naturel comme témoin, (SN)

Qui sont utilisées pour l'étude des mortiers et bétons le taux de substitution en sable recyclés (béton de démolition), (déchet de brique concassé) : 20%,30%,50%,70%. Le dosage en ciment : 300 ; 350 et 400 kg/m³ pour deux types de ciment CPJ 42.5 et CRS 42.5. Pour les mortiers.

- Le deuxième type consiste à l'étude des bétons avec les mêmes sables recyclés et le sable naturel comme témoin avec les mêmes taux de substitution, et le dosage en ciment est 300-350-400-450kg/m³ avec le même ciment utilisé pour les mortiers.

3.2. 1. Etudes des mortiers

Après avoir défini les principales caractéristiques de tous les matériaux, l'étude de l'évolution des propriétés des mortiers en fonction de la qualité et nature de sable a été effectuée. La quantité d'eau de gâchage conditionne, en grande partie l'ouvrabilité d'un mortier. Le degré d'ouvrabilité s'il existait toutes fois un moyen de la spécifier et de le mesurer serait fonction de la maniabilité.

Pour les différentes substitutions, des quantités d'eau successives seront ajoutées aux mélanges jusqu'à obtention d'une maniabilité constante. Pour ce faire nous avons utilisé une table à secousses (photos 3-3) : le mortier, après avoir été mis en place et démoulé d'un moule tronconique, reçoit 15 chocs en 15 secondes. On mesure le diamètre de la galette ainsi obtenu

l'étalement en % est donné par la formule :
$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Les tableaux 3-9 ; 3-10 et 3-11 : présentent la formulation des différents mélanges de mortiers pour des dosages de ciment respectifs 300,350 et 400 kg/m³.

Notons que le calcul de la composition des mortiers a été fait par la méthode des « volumes absolus ».

Tableau 3-9 Composition des mélanges de mortier pour un dosage de ciment de 300kg/m³ pour 1m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	300	300	150	150	1925	1930
80/20/0					1887	1889
70/30/0					1868	1871
50/50/0					1831	1834
30/70/0					1793	1796
80/0/20					1842	1845
70/0/30					1800	1803
50/0/50					1717	1720
30/0/70					1634	1637

Tableau 3-10 Composition des mélanges de mortier pour un dosage de ciment de 350 kg/m³ pour 1m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	350	350	175	175	1820	1824
80/20/0					1785	1788
70/30/0					1767	1770
50/50/0					1732	1735
30/70/0					1696	1700
80/0/20					1742	1746
70/0/30					1703	1706
50/0/50					1624	1628
30/0/70					1546	1550

Tableau 3-11 Composition des mélanges de mortier pour un dosage de ciment de 400kg/m³ pour 1m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	400	400	200	200	1720	1721
80/20/0					1683	1687
70/30/0					1666	1670
50/50/0					1632	1636
30/70/0					1600	1603
80/0/20					1642	1646
70/0/30					1605	1610
50/0/50					1531	1535
30/0/70					1457	1461

3.3. Confection des éprouvettes

Des moules prismatique (4 x 4 x 16) cm³ et des moules cubiques (7 x 7 x 7) cm³ ont été réalisés pour les essais de compression et des moules prismatiques de (7 x 7 x 28) cm³ pour les essais de flexion et retrait. La confection des éprouvettes est faite conformément aux normes EN 196-1. La conservation des éprouvettes couvertes par du plastique a été à l'air pendant 24h ensuite, après démoulage ils sont conservés dans l'eau à 20°C.

3.4 Programme des essais

3-4-1 Ouvrabilité

L'ouvrabilité d'un mortier se mesure à l'aide de table à secousse ; le mortier, une fois mise en place et démoulé d'un moule tronconique, reçoit 15 chocs en 15 secondes. On mesure le diamètre de la galette ainsi obtenu. L'étalement en % est donné par la formule :

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}$$



Photo 3.3 : Table à secousse

3-4-2 Essai Resistance à de compression et à la traction

Les essais sont souvent effectués sur prisme 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. Ces essais sont effectués sur une machine d'essai de compressions équipée d'un dispositif de compression conformément à la norme NF P 15-301.



Photo3.4: Epreuve prismatique (7 x 7 x 7) cm³



Photo3.5: Epreuve (4 x 4 x 16) cm³

3-4-3 Essai de retrait et gonflement

Le retrait se mesure sur des prismes 4 x 4 x 16 cm en mortier recyclés 50/50/0, 80/0/20, et un mortier témoin, et conservés après démoulage l'une dans une enceinte à 20°C et l'autre à l'aire libre (norme NF P 15-433).



Photo 3.6 : Appareil de retrait

3.5 Etude des bétons

Elle consiste à l'étude des bétons avec deux types de sables recyclés et un sable naturel comme témoin avec les même taux de substitution .et le dosage en ciment est 300-350-400-450kg/m³ avec deux types de ciments (CPJ 42.5 ,CRS 42.5).

3.5.1 Confection et cure des éprouvettes

Des moules cubiques (10 x 10 x 10 cm) ont été utilisés pour les essais de compression ,des prismes (7 x 7 x 28 cm) pour les essais de flexion et déformabilité et des cylindres (16 x 32 cm) pour les essais de traction par fendages ainsi que la perméabilité. La confection des éprouvettes est réalisée conformément au modalité des normes NF P 18-404 et 405 (déc. 1981). La conservation des éprouvettes a été faite à l'air mais couverts par du polyane afin d'éviter l'évaporation de l'eau de gâchage. Après démoulage des éprouvettes à 24 h, la conservation se fait dans l'eau (20°C).

Les mélanges de béton ont été réalisés avec un slump de 50 à 70 mm qui définit la classe de béton plastique indiquée par la norme NF P 18-305, tout en contrôlant la plasticité du béton. La quantité de ciment utilisée pour tous les mélanges a été variée de 300;350;400et 450 kg par m³.

Les tableaux 3.12÷3.15 : présentent la formulation complète des différents mélanges de béton pour des dosages de ciment respectifs de 300;350; 400 et 450 kg /m³ et pour un affaissement constante compris entre 5 et 7cm.

Notons que le calcul de la composition du béton a été fait par la méthode des « volumes absolus » élaborée par le professeur B.Scramtaïv .

Tableau 3.12 : composition des mélanges de béton pour Aff=5-7cm avec un dosage de ciment C=300 kg/m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Les quantités des matériaux utilisées pour 1 m ³ de béton							
	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Pierres concassés kg/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	300	300	200	200	1240	1240	670	700
80/20/0			202	203			646	634
70/30/0			205	206			624	628
50/50/0			211	212			612	615
30/70/0			212	214			599	602
80/0/20			205	205			615	620
70/0/30			209	209			602	605
50/0/50			213	213			574	577
30/0/70			217	217			546	549

Tableau 3.13 : composition des mélanges de béton pour Aff=5-7cm avec un dosage de ciment C=350 kg/m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Les quantités des matériaux utilisées pour 1 m ³ de béton							
	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Pierres concassés kg/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	350	350	200	200	1240	1240	630	630
80/20/0			205	206			591	595
70/30/0			207	208			585	589
50/50/0			213	214			573	577
30/70/0			215	216			561	565
80/0/20			208	209			577	580
70/0/30			212	213			564	567
50/0/50			216	217			538	541
30/0/70			224	225			512	515

Tableau 3.14: composition des mélanges de béton pour Aff=5-7cm avec un dosage de ciment C=400 kg/m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Les quantités des matériaux utilisées pour 1 m ³ de béton							
	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Pierres concassés kg/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	400	400	200	200	1240	1240	600	590
80/20/0			207	208			551	555
70/30/0			209	210			546	550
50/50/0			215	216			535	539
30/70/0			217	218			524	528
80/0/20			209	210			538	542
70/0/30			213	214			526	530
50/0/50			217	218			502	505
30/0/70			228	230			477	481

Tableau 3.15: composition des mélanges de béton pour Aff=5-7cm avec un dosage de ciment C=450 kg/m³

Proportion SN/SDB/SDBR	Les quantités des matériaux utilisées pour 1 m ³ de béton							
	Ciment kg/m ³		Eau l/m ³		Pierres concassés kg/m ³		Sable kg/m ³	
	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS	CPJ	CRS
100/0/0	450	450	200	200	1240	1240	540	550
80/20/0			208	210			512	516
70/30/0			210	212			507	511
50/50/0			215	216			496	500
30/70/0			220	220			486	490
80/0/20			210	212			500	504
70/0/30			214	215			488	492
50/0/50			218	220			465	496
30/0/70			230	235			443	447

3-5-2 Malaxage du béton

Il est essentiel que les constituants de base (C;S;G et E) soient mélangés correctement afin de produire un béton frais dont la surface de tous les granulats sera enrobée de pâte de ciment et qui sera alors homogène à grande échelle et possédera par conséquent des propriétés uniformes. Le malaxage est effectué dans des malaxeurs ou à la main. Dans notre cas on a utilisé deux types de malaxage :

3-5-2.1-Malaxage à la main

Dans ce type de malaxage les granulats doivent être déposés en une couche uniforme sur une surface dure, propre et non absorbante. Le ciment est ensuite déposé sur les granulats et les matériaux secs sont mélangés en les retournant d'un bout à l'autre de la surface et en les recoupant avec la pelle jusqu'à ce que le mélange semble uniforme. Il faut retourner le mélange au moins trois fois. L'eau est ensuite ajoutée progressivement afin qu'elle ne s'écoule pas vers l'extérieur en entraînant le ciment hors de l'air de gâchage. Le mélange est retourné au moins trois fois jusqu'à ce qu'il ait une consistance et une couleur uniformes. Durant le malaxage à la

main, il est impératif qu'aucune impureté provenant du sol ou de tout autre matériau ne soit mélangé au béton.

3-5-2.2. Malaxeurs à béton

Les malaxeurs à béton doivent, non seulement assurer un malaxage uniforme des constituants du béton, mais ils doivent également décharger le béton sans modifier cette homogénéité.

3.6 Programme des essais

3.6.1. Ouvrabilité

L'ouvrabilité a été mesurée par le Slump-Test conformément à la norme NF P 18-451 (déc. 1981). Tous les bétons ont été fabriqués à ouvrabilité constante pour faciliter la comparaison entre eux.



Photo 3.7 : Essai de Slump-Test

3.6.2 Essai de la résistance à la compression

L'essai s'effectue sur une machine à compression conformément à la norme NF P 18-406. La résistance à la compression est déduite par la moyenne d'écrasement de trois éprouvettes cubiques de 10 cm pour chaque mélange, soit à 28 jours de cure



Photo 3.8 : Epreuves cubiques (10 x 10 x 10) cm³

3.6 3. Essai de traction par flexion

La résistance à la traction est mesurée par la méthode de traction par flexion conformément à la norme NF P 18-407 (déc. 1981). L'essai s'effectue sur une machine de flexion sollicitant l'écrasement d'éprouvettes prismatiques (10 x10 x40) cm³ à une flexion directe à raison de trois éprouvettes pour chaque type de béton.

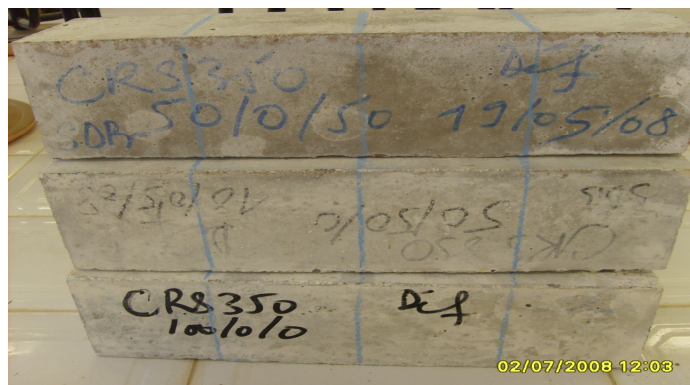


Photo 3.9 : Epreuves prismatiques (10x10x40) cm³

3.6. 4. Essai de résistance à la traction par écrasement latéral (Brésilien)

L'essai Brésilien détermine la résistance à la traction par écrasement latéral des échantillons de béton. Cet essai a été effectué presque entièrement sur les bétons conventionnels, et ce pour la même raison décrite précédemment. C'est à dire un bris mécanique avec la première presse utilisée. Trois cylindres par échéance et par mélange ont été utilisés pour évaluer les

différents mélanges. Les cylindres sont de dimension $(16 \times 32) \text{ cm}^2$ Cet essai est régi par la norme NF P18 – 408



Photo 3.10: Ecrasement d'une éprouvette cylindrique $(16 \times 32) \text{ cm}^2$

3.6. 5. Essai de déformabilité et module d'élasticité

Dans le but d'étudier l'influence des sables recyclés issus de concassage de béton et brique de démolition sur la déformabilité du béton à 28 jours, on a confectionné trois sortes de béton, béton témoin BSN-100/0/0, béton à base de 50%des sables de béton concassé BSDB50/50/0, béton à base de 50%des sable de brique concassé BSDBR-50/0/50. Chaque série comprend trois échantillons prismatiques $(10 \times 10 \times 40) \text{ cm}^3$.

Les essais ont été effectués à 28 jours du durcissement, la déformation a été mesurée au moyen d'indicateurs à cadran ayant la valeur d'une division de 0.01 mm qui sont installés à l'aide de cadres appropriés sur une distance de 200 mm dans le sens longitudinal et de 100 mm dans le sens transversal. (Photos 3-9).



***Photo 3-11 : Essai de déformabilité
sur éprouvette prismatique
 $(10 \times 10 \times 40) \text{ cm}^3$***

3.6. 6. Essai de perméabilité

Les essais de perméabilité du béton n'ont généralement pas été normalisés de sorte que les valeurs du coefficient de perméabilité citées dans des différentes publications ne peuvent pas être comparées. Dans ces essais, tels qu'ils sont utilisés, le débit de l'écoulement en régime permanent dû à une différence de pression est mesuré et le coefficient de perméabilité K_p est calculé à partir de l'équation de Darcy.

L'essai réalisé dans le cadre de ce travail est appliqué sur des éprouvettes cylindriques (16 x32) cm^2 qui sont soumises à une pression dynamique d'eau. La durée de l'essai est estimée à 9 heures, dont la pression est augmentée d'une unité (1 bar) par heure, en commençant par une valeur minimale de 2 bars. A la fin de l'essai la pression atteindra 10 bars. Cependant, un bon béton est défini comme tel du point de vu perméabilité, susceptible de supporter une pression d'eau au minimum égale à 6 bars.

$$K_p = \frac{QH}{F(P_1 - P_2)t} \cdot \eta \cdot K$$

Q : Débit d'eau en m^3 .

H : Epaisseur de l'éprouvette en m.

F : section droite de l'éprouvette en m^2 .

$P_1 - P_2$: différence de pression appliquée sur l'éprouvette en N/m^2 .

t : temps d'écoulement en s.

η : viscosité de l'eau ($\eta = 1$).

K : coefficient de perméabilité



Photo 3-12 : Essai de perméabilité.

3-6-7 Essai sclérométrique

Le but de l'essai est de permettre l'obtention rapide de la résistance du béton en fonction de l'indice de rebondissement mesuré au moyen d'un scléromètre appliqué sur la surface du béton. L'essai a été réalisé conformément à la norme NF P 18 – 417 sur des éprouvettes ayant 28 jours d'âge et cela juste avant l'essai de compression par écrasement à la presse.

3-6-8 Essai d'auscultation sonique : (NF P 18-418).

L'essai consiste à émettre une onde dans une éprouvette de béton et de mesurer le temps et la vitesse de cette onde en parcourant une distance connue, on peut par la suite déduire graphiquement la résistance à la compression du béton.