

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE



Mémoire de fin Etude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en GENIE CIVIL

Option : Matériaux en génie civile

Présenté par:

ABBOU ZAHRA

MESSAOUDI SAFIA

THEME

**Formulation du Béton à base de
matériaux locaux d'Adrar (Koussane)**

Soutenu le :8/7/2019 devant les membres de jury

Mr. Bada Abdelmalek	président
Mr. Hamouda Abdelaziz	Examineur
Mr. Abbou Mohammed	Encadreur
Mr. Abdeljalil M'hammed	Co-encadreur

Année universitaire :2018/2019



Dédicaces

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve

A mon Père Sadik

A ma Mère mansouri mabroka

A mon Frère Ahmed, Mohammed et Abdallah

A mes Sœurs fatiha, Khadidga, soad et Fatima Zohra et Khalosa

A tous mes Amis Zohra Bolal, Zahra hala et Zahra Asi Hamo

A toute la famille ABBOU

ZAHRA



Dédicaces

*Tout d'abord je tiens à remercier le dieu puissant
Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents.*

Ma mère et mon père

Ames belles-soeurs : MEBROUKA, DJAMILA,

*A Mon beau-frère: MEHDI, ABDELKRIME, NOURADIN,
OMARE*

A tous mes oncles, tantes et mes cousins

*A toute la famille : MESSAOUDI, KOUMA,
KHALIFAET A TOUTES LES FAMILLES*

A ma collègue ZARA

A mes très chères amies: Mahbouba, , Kadem,

*Enfin à tous mes amis et étudiants de la promotion 2018/2019 surtout
la*

Promotion de Génie Civil

SAFIA

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné le savoir la volonté surtout la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons aussi à exprimer nos profonde gratitude au Mr. ABBOU et au Mr. ABDELDJALIL avoir accepté de nous encadrer pour l'élaboration et le suivi de ce travail.

Nous remercions sincèrement tout le personnel l'entreprise (LTPS) pour tous les moyens qu'elle a mis à notre disposition pour que nous puissions effectuer notre stage pratique dans les meilleures conditions. Nous n'oublions pas l'aide qui nous a été fournie par le laboratoire de cette entreprise.

Nous saisissons cette occasion pour exprimer toute notre reconnaissance pour tous les enseignants du département Génie des Matériaux

Enfin, que toutes celles et ceux qui, de près ou de loin nous ont généreusement offert leurs encouragements à l'élaboration de ce travail, trouvent ici l'expression de notre profonde sympathie.

Merci.

Sommaire

Résumé	
Dédicaces	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. IV.1 Validation des résultats expérimentale de résistance à la compression à 28 jours	826
IV.2 Analyse des résultats expérimental des paramètres influence sur la R_{c28j}	876
Introduction		I-4
I.1.1 Définition : [1]		I-4
I.3.2 Inconvénients :		I-6
I.5. 1 La pâte de ciment		I-7
Définition :		I-7
I.6.2 Adjuvant		I-8
I.6.3 Addition minérale		I-9
I.6.4 Ciment.....		I-10
I.6.5 Granulats		I-11
I.7.2 Méthodes de composition des bétons		I-12
I.9.2 Travaux de MOUNIR et M. BELHADJ 2015 :		I-16
I.9.3 Travaux d'A. YAICHI 2017:		I-17
I.9.4 Travaux de N. Arroussi et A. Dahmani 2018:		I-18

Chapitre II : Caractérisations des matériaux utilisés

II. Introduction		II-20
1. II.1.1.1. Interprétation :		II-20
II.1.2.2. Analyse chimique et minéralogique du ciment :		II-24
II.1.3.1 Les essais physiques		II-25
2. II.1.3.2 Essais mécaniques :		II-36
II.1.4 Les adjuvants : norme NF EN 934 -2.....		II-39
II.1.4.1. Définition :		II-39
II.1.4.2. Domaines d'utilisation d'adjuvants plastifiant :		II-39
II.1.5 Addition minérales : norme (EN 206-1).....		II-39
II.1.5.1. Définition:		II-39

II.1.5.2. Fumée de silice : norme (NF P 78-502).[13].....	II-40
II.1.5.3 Caractères généraux	II-40

Chapitre III: Formulation et confection du béton.

III. Conclusion.....	III-41
III.6 résultats final des projets :	III-76
III.6.1 partie de sable concassée :	III-76
III.6.1.1 L'état de béton ferme de l'affaissement A=3,6cm	III-76
III.6.1.2 L'état de béton plastique de l'affaissement A=7,5cm	III-77
III.6.1.3 L'état de béton tré plastique de l'affaissement A=11,5cm.....	III-78
III.6.2 partie de sable de dune :	III-79
III.6.2.1 L'état de béton ferme de l'affaissement A=3,6cm	III-79
III.6.2.2 L'état de béton plastique de l'affaissement A=7,5cm	III-80
III.6.2.3 L'état de béton tré plastique de l'affaissement A=11,5cm.....	III-80

Chapitre IV : Résultats et discussions.

Introduction	82
I.IV.1 Validation des résultats expérimentale de résistance à la compression à 28joure	82
IV.2 Analyse des résultat expérimental des paramètre influence sur la Rc28j.....	87
Conclusion	114
Conclusion générales	116

Liste de tableau

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau I.1 : L'Effets de l'adjuvant (plastifiant) sur béton.....	9
Tableau I.2 : Différents types de ciments courants	10
Tableau I.3. Appréciation de la consistance en fonction de l'affaissement au cône.....	14
Tableau I.4: suivant montre les différentes formes de béton selon leur affaissement trouvé ..	14
Tableau I.5 : Résultats de dosages de composants et les caractéristiques de béton	15
Tableau I.6 : Dosages de composants et les caractéristiques de béton.....	16
Tableau I.7: Compositions des différents types du béton	17
Tableau I.8: Dosages de composants et les caractéristiques de béton ordinaire	17

Chapitre II : Caractérisations des matériaux utilisés

Tableau II.1 : Analyse chimique de l'eau utilisé.....	20
Tableau II.2 : Valeur de la masse volumique du ciment CEM II/A-L 42 ,5 N.....	21
Tableau II.3 : Résultats de l'essai de consistance du ciment utilisé.....	22
Tableau II.4 : Temps de début et fin de prise.....	23
Tableau II.5 : Temps de début et Fin de prise du ciment CEM II/A-L 42 ,5 N.....	23
Tableau II.6 : Composant de mortier normal	23
Tableau II.7. Opérations de malaxage du mortier normal.....	23
Tableau II.8 : Caractéristiques mécaniques du CEM II/A-L 42,5.....	24
Tableau II.9 : Composition chimique du CEM II/A- 42,5.....	24
Tableau II.10 : Caractéristiques minéralogique du CEM II/A- 42,5.....	24
Tableau II.11 : Résultats de La Masse volumique absolue par le pycnomètre	26
Tableau II.12: Résultats de la masse volumique absolue par l'éprouvette	27
Tableau II.13: Résultats de la masse volumique apparente.....	28
Tableau II.14: Analyse granulométrique du gravier 3/8.	29
Tableau II.15: Analyse granulométrique du gravier 8/15	29
Tableau II.16 : Analyse granulométrique du gravier 15/25	29

Tableau II.17: Analyse granulométrique du sable concassé.	30
Tableau II.18: Analyse granulométrique du sable de dune	30
Tableau II.19: Absorption d'eau des graviers	32
Tableau II.20 : Absorption d'eau du sable	32
Tableau II.21: Propreté des granulats utilisés	33
Tableau II.22 :Résultat d'équivalent du sable de dune	34
Tableau II.23: Résultat d'équivalent de sable concassé.....	35
Tableau II.24 : Résultat de la teneur en eau	35
Tableau II.25: Coefficient d'aplatissement pour la classe 3/8	36
Tableau II.26: Coefficient d'aplatissement pour la classe 8/15	36
Tableau II.27: Coefficient d'aplatissement pour la classe 15/25	37
Tableaux II.28 : Coefficient de Los-Angeles	37
Tableau II.29: Résultats de Los Angeles pour les trois classes de graviers	38
Tableaux II.30: Micro -deval en présence d'eau.....	38
Tableau II.31: Résultats de l'essai micro Deval pour gravier HARROUCHI	39
Tableau II.32 : Caractéristiques du plastifiants- MEDAFLOW 30.....	40
Tableau II.33: Caractéristiques chimiques de fumée de silice.	41
Tableau II.34 : Caractéristiques physique de fumée de silice.	41

Chapitre III: Formulation et confection du béton.

Tableau III.1 : Les projets formulée dans partie I.....	44
Tableau III.2 : Les projets formulée dans partie II.....	45
Tableau III.3 : Donnés de bases pour la formulation du Béton en Sable Concassée	45
Tableau III.4 : Valeurs approximatives du coefficient granulaire G.....	46
Tableau III.5 : Correction sur le dosage en Eau.	47
Tableau III.6 : Valeurs du coefficient correcteur K	48
Tableau III.7: Pourcentage des granulâtes sec	49
Tableau III.8: Valeurs du coefficient compacité.....	49

Tableau III.9 : Dosage pondéral des granulats	50
Tableau III.10 : dosage de la composition de 1m^3 du projet1	50
Tableau III.11: Résultats de la formulation de béton projet 2 :.....	51
Tableau III.12: dosage de la composition de 1m^3 du béton pour projet2.....	52
Tableau III.13: Résultats de la formulation de béton projet 3:.....	53
Tableau III.14: dosage de la composition de 1m^3 du projet 3.....	54
Tableau III.15 : Résultats de la formulation de béton projet 4:.....	55
Tableau III.16: dosage de la composition de 1m^3 du projet4.....	56
Tableau III.17 : Résultats de la formulation de béton projet 5:.....	57
Tableau III.18: dosage de la composition de 1m^3 du projet5.....	57
Tableau III.19 : Résultats de la formulation de béton projet 6:.....	59
Tableau III.20: dosage de la composition de 1m^3 du béton (sable concassé).	59
Tableau III.21: Donnés de bases pour la formulation du Béton en Sable de dune	60
Tableau III.22 : Résultats de la formulation de béton projet 7:.....	61
Tableau III.23: dosage de la composition de 1m^3 du 7.	62
Tableau III.24 : Résultats de la formulation de béton projet 8:.....	63
Tableau III.25: dosage de la composition de 1m^3 du béton de projet8	64
Tableau III.26 : Résultats de la formulation de béton projet 9:.....	65
Tableau III.27: dosage de la composition de 1m^3 du projet9.....	66
Tableau III.28: Résultats de la formulation de béton projet 10:.....	67
Tableau III.29: dosage de la composition de 1m^3 du projet 10.....	68
Tableau III.30: Résultats de la formulation de béton projet 11:.....	69
Tableau III.31 : dosage de la composition de 1m^3 du projet 11.....	70
Tableau III.32 : Résultats de la formulation de béton projet 12:.....	71
Tableau III.33: dosage de la composition de 1m^3 du projet 12.....	72
Tableau III.34 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durci en $D_{\text{max}}=15\text{mm}$, $A=3,6$, SC.....	76

Tableau III.35 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durcis en D_{max} 25mm, A=3.6, SC.....	77
Tableau III.36 : Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durcis en D_{max} 15mm, A=7, 5, SC.....	77
Tableau III.37 : Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =25mm, A=7,5, SC.....	77
Tableau III.38 : Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =15mm, A=11,5, SC.....	78
Tableau III.39 : Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =25mm, A=11,5, SC.....	78
Tableau III.40 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durcis en D_{max} =15mm, A=3,6, SD.....	78
Tableau III.41 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durcis en D_{max} 25mm, A=3.6, SD.....	79
Tableau III.42 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durcis en D_{max} 25mm, A=3.6, SD.....	79
Tableau III.43: Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =25mm, A=7,5, SD.....	79
Tableau III.44 : Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =15mm, A=11,5, SD.....	80
Tableau III.45 : Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frais et durcis en D_{max} =25mm, A=11,5, SD.....	80

Chapitre IV : Résultats et discussions

Tableaux IV. 1: Résistance mécanique de sable concassé(D_{max} 15mm).....	82
Tableaux IV. 2: Résistance mécanique sable concassé(D_{max} =25mm).....	83
Tableaux IV. 3: Résistance mécanique sable de dune D_{max} 15mm	83
Tableaux IV. 4: Résistance mécanique sable de dune D_{max} 25mm	84
Tableaux IV. 5: Résistance de béton (SD, SC , D_{max} 25).....	85

Tableaux IV. 6: Résistance de béton (SD, SC , $D_{max}25$).....	86
Tableaux IV.7: Caractéristique de béton à la compression(E/C et G/S) (SC, $D_{max}25$).....	87
Tableaux IV. 8: Caractéristique de béton à la compression(A, E), (SC, $D_{max}25$).....	88
Tableaux IV. 9: Caractéristique de béton à la compression(la densité), (SC, $D_{max}15mm$).....	88
Tableaux IV. 10: Caractéristique de béton à la compression(la densité), (SC, $D_{max}25$)....	89
Tableaux IV. 11: Caractéristique de béton à la compression(A, E), (SC, $D_{max}25$).....	90
Tableaux IV. 12: Caractéristique de béton à la compression(la densité), (SC, $D_{max}25mm$).....	90
Tableaux IV. 13: Caractéristique de béton à la compression (E/C et G/S) (SD, $D_{max}15$)..	91
Tableaux IV. 14: Caractéristique de béton à la compression (E, A),(SD, $D_{max}15$).....	92
Tableaux IV. 15: Caractéristique de béton à la compression (la densité),(SD, $D_{max}15$)....	92
Tableaux IV. 16: Caractéristique de béton à la compression(E/C , G/S), (SD, $D_{max}15$)....	93
Tableaux IV. 17: Caractéristique de béton à la compression(E, A), (SD, $D_{max}15$).....	94
Tableaux IV. 18: Caractéristique de béton à la compression (la densité),(SD, $D_{max}15$).....	94
Tableaux IV. 19: Caractéristique de béton à la compression BF (E/C , G/S),(SD, $D_{max}15, 25$)....	95
Tableaux IV. 20: Caractéristique de béton à la compression BF(A, E), (SD, $D_{max}15,25$)..	96
Tableaux IV. 21: Caractéristique de béton à la compression BF (SD, $D_{max}15,25$).....	96
Tableaux IV. 22: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, $D_{max}15,25$ mm).....	97
Tableaux IV. 23: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, $D_{max}15,25$ mm).....	98
Tableaux IV. 24: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, $D_{max}15,25$ mm).....	98
Tableaux IV. 25: Caractéristique de béton à la compression BTP(SD, $D_{max}15,25$ mm).....	99
Tableaux IV. 26: Caractéristique de béton à la compression BTP(SD, $D_{max}15,25$ mm.....	100
Tableaux IV. 27: Caractéristique de béton à la compression BTP(SD, $D_{max}15,25$ mm.....	100
Tableaux IV. 28: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BF(SC, $D_{max}15,25$).....	101
Tableaux IV. 29: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BF(SC, $D_{max}15,25$).....	102
Tableaux IV. 30: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BF(SC, $D_{max}15,25$).....	102
Tableaux IV. 31: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BP(SC, $D_{max}15,25$).....	103
Tableaux IV. 32: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BP(SC, $D_{max}15,25$).....	104

Tableaux IV. 33: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BP(SC, $D_{max}15,25$).....	104
Tableaux IV.34: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BTP(SC, $D_{max}15,25$).....	105
Tableaux IV. 35: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BTP(SC, $D_{max}15,25$).....	106
Tableaux IV. 36: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BTP(SC, $D_{max}15,25$).....	106
Tableaux IV.37: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BTP(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	107
Tableaux IV. 38: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BF(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	108
Tableaux IV. 39: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BF(SC, SD, $D_{max}15,25$).....	108
Tableaux IV.40: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BP(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	109
Tableaux IV. 41: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BP(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	110
Tableaux IV. 42: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BP(SC, SD, $D_{max}15,25$).....	110
Tableaux IV.43: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BTP(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	111
Tableaux IV. 44: Caractéristique de béton résistance de compression et A et étalement (BP(SC,SD, $D_{max}15,25$).....	112
Tableaux IV. 45: Caractéristique de béton résistance de compression et densité (BTP(SC, SD, $D_{max}15,25$).....	113

Liste de figure

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Figure I.1 : les constituants de béton	4
Figure I.2:Constituants et ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton ordinaire	7
Figure I.3 : Le mode d'action de plastifiant	8
Figure I.4: Test du cône d'Abrams	14

Chapitre II : Caractérisations des matériaux utilisés

Figure II.1 : CEMII/A-L 42,5N	20
Figure II.2 : Masse volumique par la méthode de pycnomètre	21.
Figure II.3 Malaxeur de ciment.....	22
Figure II.4 Chronomètre	22
Figure II.5 Appareil de Vicat	22
Figure II.6 : Malaxeur et l'appareil de Vicat.....	22
Figure II.7 : Essai sur mortier normal.....	23
Figure II.8 : Carrière HAROUCHI Koussen –Adrar	25
Figure II.9 : Masse volumique absolue par le pycnomètre	26
Figure II.10 : Masse volumique absolue par l'éprouvette	27
Figure II.11 : Essai de la masse volumique apparent	28
Figure II.12 : Courbes granulométriques des granulats utilisés	31
Figure II.13 Absorption d'eau des granulats.....	31
Figure II.14 :Proporité des granulats	31
Figure II.15 Essai équivalent de sable de dune	33
Figure II.16 : Essai équivalent de sable concassé A 10% de fines	34
Figure II.17 : l'échantillon et Les grilles à fente	36
Figure II.18 Essai de Los Anglos	38
Figure II.19 : Appareil Micro Deval	39
Figure II.20 : Fumée de silice	40
Figure II.21 : Fumée de silice entre le grain de ciment	41

Chapitre III: Formulation et confection du béton.

Figure III.1 : Abaque I indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm).....	47
Figure II .2: Courbe de référence OAB. béton ferme, (A=3,6cm	48

Figure III.3:Abaque 2 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm)	50
Figure III.4 : Courbe référence OAB. de béton ferme, (A=3,6cm)	51
Figure III.5: Abaque 3 indiquant approximativement le dosage en ciment A=7,5cm	52
Figure III 6. : Courbe référence OAB de béton plastique, (A=7,5cm).....	53
Figure III.7: Abaque 4 indiquant approximativement le dosage en ciment.	54
Figure III.8 : Courbe référence OAB. de béton très plastique, (A=7,5cm).....	4
Figure III. 9: Abaque 5 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=11,5cm).....	56
Figure III.10 : Courbe référence OAB. de béton très plastique, (A=11,5cm).....	56
Figure III.11: Abaque 6 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm).....	58
Figure III.12 : Courbe référence OAB. de béton très plastique, (A=11,5cm)	58
Figure III.13 : Courbe référence OAB. de béton ferme ,(A=3,6cm)	60
Figure III.14: Courbe référence OAB. de béton ferme (A=3,6cm).....	62
Figure III.15. : Courbe référence OAB. de béton plastique ,(A=7,5cm)	64
Figure III.16 : Courbe référence OAB. de béton plastique, (A=7,5cm).....	66
Figure III.17 : Courbe référence OAB. de béton très plastique (A= 11,5cm).....	68
Figure III.18 : Courbe référence OAB. de béton très plastique ,(A=11,5cm)	70
Figure III.19 :préparation de béton ordinaire et béton malaxé	72
Figure 20 : mis en place par piquage.....	73
Figure 21 : Moulage des éprouvettes	73
Figure 22 : démoulage des éprouvettes après 24h	73
Figure III.23: L'Essai masse volumique du béton frais	74
Figure III.24 : L'essai d'affaissement au cône D'Abrams.....	74
Figure III.25: L'essai mesure de l'étalement à la table vibrante	75
Figure III.26: scléromètre	75
Figure III.27 : Machine essais écrasement dan laboratoire LTPS	76
Chapitre IV:Résultats et discussions	
Figure IV. 1:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, D_{max} 15mm)$	82
Figure IV.2:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, D_{max} 25mm)$	83
Figure IV.3:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, D_{max} 15mm)$	84
Figure IV .4:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, D_{max} 25mm)$	84
Figure IV .5:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, SD, D_{max} 25mm)$	85

Figure IV .6:Variation de la résistance R_{C28j} en fonction R_{Cal} et $R_{SC}(SC, SD, D_{max}, 15, 25)$	86
Figure IV.7:Résance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C(SC, D_{max} 15).. 87	
Figeur IV.8:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement (SC, D_{max} 15mm).....	88
Figure IV.9 :Résistance de béton R_{C28j} en fonction de densité à état frais et durci (SC, D_{max} 15	89
Figure IV.10:Résance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C	89
Figure IV.11:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement	90
Figure IV.12:résistance de béton R_{C28j} en fonction de densité à état frais et durci	91
Figure IV.13:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C.....	91
Figure IV.14:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement (SD, D_{max} 5mm.....	92
Figure IV.15:résistance de béton R_{C28j} en fonction de densité à état frais et durci	93
Figure IV.16:résistance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C	93
Figure IV.17:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement (SD, D_{max} 15	94
Figure IV.18:résistance de béton R_{C28j} en fonction de densité à état frais et durci (SD, D_{max} 15	95
Figure IV.19:résistance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C SD, BF(D_{max} 15 , 25)	95
Figure IV.20:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement SD, BF(D_{max} 15 , 25	96
Figure IV.21:résistance de béton R_{C28j} en fonction de densité à état frais et durci SD, BF(D_{max} 15 , 25	97
Figure IV.22:résistance de béton R_{C28j} en fonction de G/S et E/C SD, BP(D_{max} 15 , 25)	97
Figure IV.23:résistance de béton R_{C28j} en fonction de étalement et affaissement SD, BP(D_{max} 15 , 25	98
Figure IV.24:résistance de béton R_{C28j} en fonction SD, BP(D_{max} 15 , 25	99
Figure IV.25:résistance de béton R_{C28j} en fonction G/S et E/C SD, BTP(D_{max} 15 , 25)	99

Figure IV.26:résistance de béton R_{C28j} en fonction G/S et E/C SD, BTP($D_{max}15$, 25	100
Figure IV.27:résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité SD, BTP($D_{max}15$, 25	101
Figure IV.28:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC, BF($D_{max}15$, 25)	101
Figure IV.29:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC, BF($D_{max}15$, 25) 102	
Figure IV.30:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC, BF($D_{max}15$, 25)....	103
Figure IV.31:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC, BP($D_{max}15$, 25)	103
Figure IV.32:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC, BP($D_{max}15$, 25) 104	
Figure IV.33:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC, BP($D_{max}15$, 25)...)	105
Figure IV.34:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC, BTP($D_{max}15$, 25) 105	
Figure IV.35:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC,BTP($D_{max}15$, 25) 106	
Figure IV.36:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC, BTP($D_{max}15$, 25	107
Figure IV.37:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC,SD, BF($D_{max}15$, 25)	107
Figure IV.38:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC,SD,BF($D_{max}15$, 25).....	108
Figure IV.39:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC,SD, BF($D_{max}15$, 25)	109
Figure IV.40:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC,SD, BP($D_{max}15$, 25)	109
Figure IV.41:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC,SD,BP($D_{max}15$,25).....	110
Figure IV.42:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC,SD, BP($D_{max}15$, 25)	111
Figure IV.43:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la E/Cet G/S (SC,SD, BTP($D_{max}15$, 25).....	112

Figure IV.44:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de A et étalement (SC,SD,BTP($D_{max}15$,25)).....	112
Figure IV.45:Résistance de béton R_{C28j} en fonction de la densité (SC,SD, BP($D_{max}15$, 25)	113

INTRODUCTION GENERALE.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE.

Le matériau béton, est irremplaçable dans le domaine de la construction, pour des raisons économiques et techniques. Le compromis trouvé entre résistance mécanique, économie, esthétique et facilité de mise en œuvre, offre à ce matériau la première place dans la construction utilisée par excellence au sein de tous les chantiers, aussi bien dans les secteurs du bâtiment que ceux des travaux publics ; il n'a pas de substitut économique et performant à condition qu'il présente les qualités requises. Dans le cadre de la contribution à la production du béton spécifique au niveau de wilaya d'Adrar, et pour répondre à des exigences locales, nous consacrer notre travail à la formulation du béton à base de granulats locaux de la région d'Adrar (zone de Koussan).

Ces granulats sont des matériaux concassés et sable de dune (région Minoune). Et le ciment utilisé dans notre étude est un ciment fabrication locale CPJ_CEM/ A_42,5 de la cimenterie d'Adrar (zone d'Aoulef). Objectif de notre étude est de confectionner un béton de résistance à la compression supérieur 25 MPa pour valeur minimale à 28 jours. Pour arriver à cette résistance, et aussi pour améliorer les comportements physico-mécaniques du béton selon notre besoin, ou bien en doit ajouter d'autres matériaux fumée silice comme addition minérale et un plastifiant comme un adjuvant. Tous les essais pratiqués dans le programme expérimental préconisé ont été réalisés selon les normes nationales et internationales connues, dans les laboratoires LMDC de l'université d'Adrar, et LTPS unité d'Adrar.

Ce mémoire de fin d'études s'articule autour de quatre chapitres :

Chapitre I : synthèse bibliographique.

Le premier chapitre présente une recherche bibliographique, généralité sur le béton et ses composants, Pour Regrouper les différents projets des bétons qui ont été formulés à partir des granulats locaux au niveau des gisements de la wilaya d'Adrar.

Chapitre II : Caractérisation des matériaux utilisés.

Présente à l'étude expérimentale, les caractéristiques des matériaux utilisés (composition minéralogique, composition chimique et propriété physique) pour le ciment de STG, et granulats de Koussene, les essais sur les matériaux utilisés sont (Analyse Granulométrique, Équivalent de sable et coefficient de Los Angeles, masse volumique...etc.).

Chapitre III : Étude de la formulation et confection du béton.

Notre étude est de déterminer les dosages des constituants de notre béton à base des matériaux locaux selon la méthode de DREUX GORISSE, ensuite nous représentons les

INTRODUCTION GENERALE

procédures de la composition des mélanges ainsi que les essais réalisés sur le béton à l'état frais (L'essai d'étalement au cône d'Abrams), l'état durci par les essais non-destructifs (l'indice sclérométrique) et les essais destructifs (la résistance à la compression).

Chapitre IV : Résultats et discussions.

Dans ce chapitre nous avons basés sur la présentation graphique pour une interprétation de l'ensemble des résultats obtenus d'après les résultats mécaniques, ainsi qu'une comparaison entre les données trouvées de chaque mélange.

CHAPITRE I
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Le béton est un matériau de construction le plus utilisé au monde pour les réalisations des ouvrages en génie civil. Fabriqué à partir de trois composants de base d'un béton ordinaire sont l'eau et le ciment et les granulats, les adjuvants et les additions peuvent améliorer certaines caractéristiques du béton frais ou durci. Dans ce chapitre on va présenter en l'étude bibliographique Généralité sur le béton et ses composants et le quelque travail de recherche précédente sur le sujet utilisé les matériaux locaux de la région wilaya d'Adrar.

I.1 description du béton ordinaire

I.1.1 Définition : [1]

Le béton est un composite hétérogène multiphasique constitué d'un mélange intime de granulats, sable et pâte (ciment, eau). La pâte de ciment représente 25 à 40 % du volume totale du béton. Chaque constituant joue un rôle bien défini : liant hydraulique pour la pâte de ciment, remplissage atténuateur de variations volumique (retrait) et source de résistance pour les granulats.

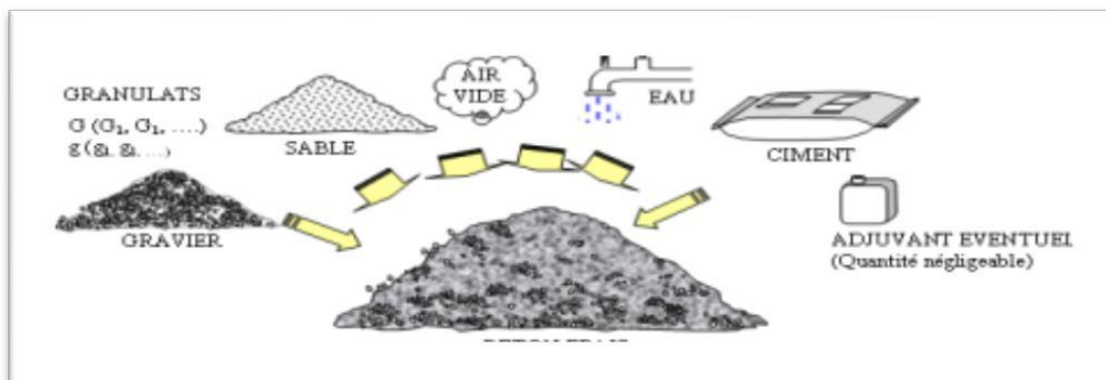


Figure I.1 : les constituants de béton. [1]

Toutes les opérations de mise en œuvre (Formulation, préparation du béton frais, transport et mise en place) (**figure I.1**) sont importantes si on veut obtenir un béton dense et qualité homogène.

I.2 historicité du béton [2]

Le béton est un composite qui résulte d'un mélange intime de ciment, de granulats, d'eau et parfois, d'ajouts minéraux et de faible quantité d'adjuvant. Ces constituants sont dosés de manière à obtenir, après le durcissement, un produit solide dont les capacités de résistance dépassent celles des meilleures roches naturelles. Cette roche artificielle résiste bien à la compression et mal à la traction, C'est pourquoi son utilisation ne s'est véritablement

développée qu'avec l'invention du béton armé en 1784, ce qui permit de compenser son insuffisance de résistance à la traction.

En 1930, un pas conceptuel important est alors franchi avec l'invention du béton Précontraint qui permet la distribution des contraintes dans la matière, qui donnent une grande résistance à la compression, tout en évitant les inconvénients dus à sa faible résistance à la traction.

Depuis 1970, des recherches menées sur le béton, et particulièrement sur ses constituants actifs conduisent à un nouveau bond qualitatif et quantitatif de ses propriétés, tels que les bétons à hautes performances dont la résistance à la compression atteint 100 MPA. Ce béton fabriqué est mis en place en 1980. Par la suite, des bétons de poudres réactives qui sont utilisées pour la 1ère fois lors de la construction de la passerelle de SHERBROOK avec des bétons de 400 MPA, sont fabriqués par un traitement thermique et mécanique approprié et simple. Ensuite, Pierre RICHARD a pu fabriquer un béton de 800 MPA en utilisant une Poudre métallique.

En 1986, des chercheurs Japonais ont pour la première fois fabriquée le béton auto plaçant ou le béton auto nivelant. Le béton, mélange de plusieurs constituants très différents, dont les uns sont actifs et les autres sont inertes, présente des caractéristiques qui sont fonctions de celles de ces composants.

I.3 principaux avantages et inconvénients du béton :

I.3.1 Avantages :

- Il est peu coûteux, facile à fabriquer et nécessite peu d'entretien ;
- Il épouse toutes les formes qui lui sont données. Des modifications et adaptations du projet Sur le chantier sont faciles à effectuer ;
- Il devient solide comme la pierre. Correctement utilisé, il dure des millénaires. Il résiste bien au feu et aux actions mécaniques usuelles ;
- Associé à des armatures en acier, il acquiert des propriétés nouvelles qui en font un matériau de construction aux possibilités immenses (béton armé, béton précontraint) ;
- Il convient aux constructions similaires. Les assemblages sont faciles à réaliser dans le cas du béton coulé sur place. Dans la plupart des cas, les dimensions des ouvrages et éléments D'ouvrage en béton sont suffisants pour ne pas poser de problème délicat de stabilité ;
- Les ressources nécessaires pour sa fabrication existent dans de nombreux pays en quantités Presque illimitées ;
- Il exige peu d'énergie pour sa fabrication. [4]

I.3.2 Inconvénients :

Les principaux inconvénients du béton ont pu être éliminés grâce à son association à des armatures en acier ou à l'utilisation de la précontrainte. De toute façon, il reste les inconvénients suivants :

- Son poids propre élevé (densité de 2,4 environ qui peut être réduite à 1,8 dans le cas de bétons légers de structure et à moins de 1,0 dans le cas de bétons légers d'isolation) -Sa faible isolation thermique (elle peut être facilement améliorée en ajoutant une couche de Produit isolant ou en utilisant des bétons légers spéciaux) ;
- Le coût élevé entraîné par la destruction du béton en cas de modification d'un ouvrage. [4]

I.4 classification des bétons :

Le béton fait partie de notre cadre de vie. Il a mérité sa place par sa caractéristique de résistance, ses propriétés en matière thermique, sa résistance au feu, son isolation phonique, son aptitude au vieillissement, ainsi que par la diversité qu'il permet dans les formes, les couleurs et les aspects. Le béton utilisé dans le bâtiment, ainsi que dans les travaux publics comprend plusieurs catégories. En général, le béton peut être classé en 4 groupes, selon la masse volumique :

- *Béton très lourd : $> 2500 \text{ kg/m}^3$;
- *Béton lourd (béton courant) : $1800 - 2500 \text{ kg/m}^3$;
- *Béton léger : $500 - 1800 \text{ kg/m}^3$;
- *Béton très léger : $< 500 \text{ kg/m}^3$. Le béton courant peut aussi être classé en fonction de la nature des liants :
- *Béton de ciment (le ciment),
- *Béton silicate (la chaux),
- *Béton de gypse (le gypse)
- *Béton asphalte ou bitumineux (bitume).

Le béton peut varier en fonction de la nature des granulats, des adjuvants, des colorants, des traitements de surface et peut ainsi s'adapter aux exigences de chaque réalisation, par ses performances et par son aspect.

a) Les bétons courants sont les plus utilisés, aussi bien dans le bâtiment que dans les travaux publics. Ils présentent une masse volumique de 2003 kg/m^3 environ. Ils peuvent être armés ou non, et lorsqu'ils sont très sollicités en flexion, précontraints.

b) Les bétons lourds dont les masses volumiques peuvent atteindre 6000 kg/m^3 servent, entre autres, pour la protection contre les rayons radioactifs.

c) Les bétons de granulats légers dont la résistance peut être élevée, sont employés dans le bâtiment, pour les plates-formes offshore ou les ponts.

d) Les bétons cellulaires (bétons très légers) dont les masses volumiques sont inférieures de 500 kg/m³, sont utilisés dans le bâtiment, pour répondre aux problèmes d'isolation [4]

I.5 les compositions d'un béton

Le béton est un matériau composite, les trois composants de base d'un béton sont : L'eau, le ciment et les granulats. Des additifs peuvent y être rajoutés dans le but de modifier les propriétés telles que la maniabilité et la résistance. Le béton est donc un matériau hétérogène dont les caractéristiques physico-chimique et mécaniques des divers constituants sont différentes. Chacun de ses composants joue un rôle bien précis dans le mélange.

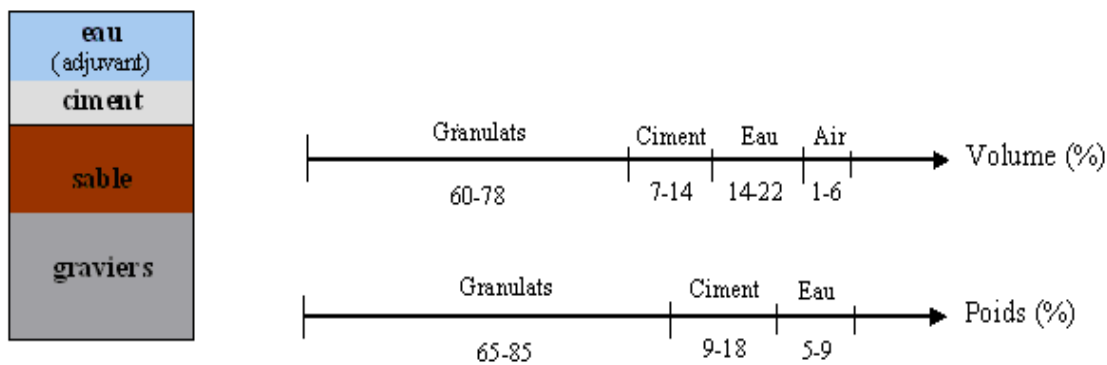


Figure I.2 : Constituants et ordre de grandeur des proportions des constituants d'un béton ordinaire [4]

I.5.1 La pâte de ciment

La pâte de ciment correspond à l'ensemble (ciment + eau + air + additions+ adjuvants). La pâte présente à l'intérieur du béton, joue à la fois le rôle de liant et de remplissage. Elle contribue à l'écoulement suivant un processus rhéologique lié essentiellement à sa viscosité Celle-ci peut être présentée schématiquement comme une suspension des particules suspendues dans un liquide newtonien qui est l'eau.

I.6. les constituants du béton

I.6.1 Eau de gâchage

Définition :

L'eau de gâchage est un élément essentiel pour la fabrication du béton. Elle est ajoutée lors du mélange afin d'hydrater le ciment et permet de lier les constituants du béton entre eux. L'eau rend également le mélange bien plus maniable, ce qui facilite l'application du béton. L'eau utilisé dans notre travail c'est l'eau de robine de laboratoire en gène civile

I.6.2 Adjuvant

a-Définition :

L'emploi d'adjuvants doit répondre à la norme **NF EN 934-2**. Les adjuvants sont des produits dont l'incorporation à faible dose (inférieure à 5% de la masse de ciment) aux bétons, mortier ou coulis lors du malaxage ou avant la mise en œuvre, provoque les modifications recherchées de certaines de leurs propriétés, à l'état frais (le temps de prise, le processus de durcissement et l'ouvrabilité) ou durci (la résistance et la durabilité).

Chaque adjuvant est défini par une unique fonction principale, mais peut présenter une ou plusieurs fonctions secondaires.

En utilise l'adjuvant plastifiant (MEDAFLW 30), Leur dosage moyen est de 0,2 à 0,5 % du poids du ciment [3]

b-Utilisation d'adjuvant Plastifiants :

Notre étude va utiliser cet adjuvant selon Adjuvants Plastifiants qui, sans modifier la consistance, permettent de réduire la teneur en eau du béton donné, ou qui, sans modifier la teneur en eau, en augmentent l'affaissement et l'étalement, ou qui produisent les deux effets à la fois. [3]

c-Mode d'emploi :

Produits introduits dans l'eau de gâchage. Dosage indicatif : 0,15 à 0,4% selon le but recherché. 0,6 à 1,2% pour les «multi-dosages» selon les effets secondaires.

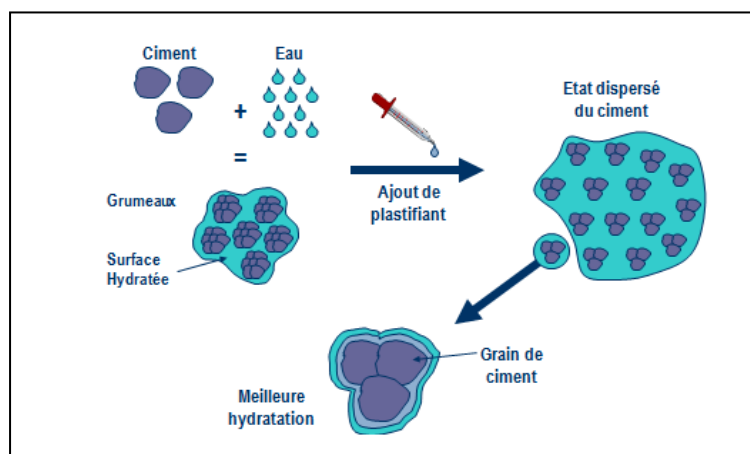


Figure I.3 : Le mode d'action de plastifiant. [3]

Tableau I.1 : L'Effets de l'adjuvant (plastifiant) sur béton. [3]

Effets sur le béton à l'état frais	Effets sur le béton à l'état durci
Amélioration de l'ouvrabilité	Diminution de la porosité
Diminution du ressuage	Augmentation de la durabilité
Diminution de la ségrégation	Amélioration de la cohésion ciment/granulats

I.6.3 Addition minérale

I.6.3.1 Définition : Les additions sont généralement des additions minérales sous forme de poudre fine qui peuvent améliorer certaines propriétés du béton frais ou durci.

I.6.3.2 Utilisation d'Additions minérales la fumée de silice :

Notre étude va utiliser cet Additions minérales fumée de silice pour Améliore efficacité du ciment sous-produit de l'industrie du silicium et des alliages de Ferro-silicium. Ces produits sont fabriqués dans un four à arc, en réduisant le quartz par un apport approprié de carbone, à une température d'environ 2000 °C. La fumée de silice est extraite en surface du four de réduction par des ventilateurs principaux et résulte de la condensation du gaz sio, intermédiaire réactionnel du procédé de carbo-réduction. Elle est ensuite récupérée et filtrée dans un filtre à manches, avant d'être densifiée pour en faciliter la manipulation.

La fumée de silice est initialement produite sous forme de poudre grise, non-densifiée et Principalement composée de particules ultrafines. Ces particules contiennent au moins 85 à 98% de silice SiO₂ amorphe et se présentent sous la forme de microsphères vitreuses dont le diamètre moyen se situe entre 0,1 et 0,2 µm , Leur surface spécifique varie entre 13 000 et 30000 m²/kg , et leur densité se situe entre 2,00 et 2,25g/cm [3]

I.6.3.3 Détermination du dosage minimal en ciment C_{min,add}, en cas d'utilisation d'addition :

●**A- Cas de la fumée de silice** : $C_{min, add} \geq C_{min} - k \cdot FS$.

●**B- Cas du laitier** : $C_{min,add} \geq C_{min} - (k \cdot C_{min} - 200)$ en kg/m³.

C_{min,add} : Dosage minimal en ciment en cas d'utilisation d'une addition (kg/m³).

C_{min} : Dosage minimal en ciment selon exigences relatives à la composition des bétons des sortes

A a G et P1 a P4 (kg/m³).

K : Coefficient k de l'addition de type II.

FS : Dosage en fumée de silice (kg/m³) [3]

I.6.4 Ciment

Définition : Matériau minéral finement moulu qui, après avoir été mélangé avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par l'effet de réaction et processus d'hydratation, et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau (**NF EN206**) .

Le tableau ci-dessous donne : la liste des différents types de ciments courants normalisés avec indication, pour chacun d'eux, de leur désignation propre et des pourcentages respectifs de constituants qu'ils comportent

	Type de ciment	Teneur en clinker	Teneur en % de l'un des constituants suivant : laitier- pouzzolanes – cendres calcaires -	Teneur en constituants secondaires	Utilisation
CEM I	Ciments Portland	95 à 100%	-	-	Ouvrages d'art
CEM II/A	Ciment Portland composé	80 à 94% 65 à 79%	6 à 20% de l'un des constituants, sauf pour les fumées de silice limitées à 10% et les fillers à 5% ; 21 à 35% avec les mêmes	-	Bâtiment
CEM III/A, B ou C	Ciments de haut-fourneau	35 à 64% 20 à 34% 5 à 19%	36 à 65% de laitier de haut-fourneau 66 à 80% de laitier de haut-fourneau 81 à 95% de laitier	0 à 5%	Ouvrages-en Milieuxagressis et industriels
CEM IV/A ou B	Ciments Pouzzolanique	65 à 90% 45 à 64%	10 à 35% de pouzzolanes, cendres siliceuses ou fumées de silice (limitées à 10%) 36 à 55%	-	Absent en France
CEM V/A ou B	Ciments Composés	40 à 64% 20 à 39%	18 à 30% de laitier de haut-fourneau et 18 à 30% de cendres siliceuses ou de pouzzolanes 31 à 50% de chacun des 2 constituants	-	Ouvrages-en milieux agressifs

Tableau I.2 : Différents types de ciments courants [1]

I.6.5 Granulats

Les granulats sont définis comme l'ensemble des grains inertes compris entre 0 mm et 40 mm (sable, graviers et cailloux, dont l'origine peut être naturelle ou artificiel **NF P 15-010**).

On appelle granulats des matériaux pierreux de petites dimensions, produits par l'érosion ou le broyage mécanique (concassage) des roches. Ce sont des matériaux inertes entrant dans la composition des bétons et mortiers. Ils constituent le squelette du béton et ils représentent, environ 80 % du poids total du béton. Ils sont constitués de sables (gros et fin) et de gravier.

I.6.5.1 Désignation des granulats

Les granulats sont souvent désignés en fonction de leur plus petite et leur plus grande dimension comme suit :

Granulat d/D : sable ou gravier.

d : dimension minimale des grains.

D : dimension maximale des grains.

Exemples : granulats rencontrés en pratique : sable 0/3, gravier 3/8, gravier 8/15, gravier 15/25.

I.7. méthode formulation du béton

I.7.1. Généralités :

Formuler un béton consiste à déterminer un mélange optimal des granulats dont on dispose, ainsi que le dosage en fines (ciment, addition) et en eau afin d'obtenir les qualités recherchées pour la construction de l'ouvrage. De nombreuses méthodes ont été élaborées en fonction de l'évaluation des connaissances relatives aux constituants et de leur rôle, des technologies et de l'expérience acquise sur les chantiers. Un point commun à toutes les études de composition consiste à rechercher conjointement deux qualités essentielles : l'ouvrabilité et la résistance. La formulation d'un béton se résume alors en quatre étapes majeures :

- ✓ Détermination de la dimension maximale des granulats
- ✓ Détermination de la courbe granulométrique optimale des granulats
- ✓ Détermination du dosage en eau et air, en fonction de l'objectif d'ouvrabilité

Et de détermination du dosage optimaux en fines, qui sera en fractionner en ciment et addition, en fonction des objectifs de résistances, et en respectant les prescriptions relatives à la durabilité.

I.7.2 Méthodes de composition des bétons

La recherche de la granulométrie optimale d'un béton est fondamentale, car c'est elle qui conditionne toutes les qualités du béton : ouvrabilité, résistance, imperméabilité...etc.

Les méthodes de composition sont nombreuses. On distingue celles qui utilisent des courbes de référence et celles basées sur d'autres principes.

I.7.3 Méthodes des courbes de référence :

- ❖ Méthodes de BOLOMY
- ❖ Méthodes d'ABRAMS
- ❖ Méthodes de FAURY
- ❖ Méthodes de VALETTE
- ❖ Méthodes de JOISELE
- ❖ **Méthodes de DREUX GORISSE**
- ❖ Méthode de BARON LESAGE

I.7.3 Méthodes de DREUX GORISSE :

1. Définition : C'est la méthode de fabrication qu'on a utilisée dans notre étude, Cette méthode est la plus utilisée actuellement. Nous rappelons que cette méthode a pour seul but de permettre de définir d'une façon simple et rapide une formule de composition a peu près adaptée au béton étudié mais que seules quelques gâchis d'essai et la confection d'éprouvettes permettront d'ajuster au mieux la composition à adopter définitivement en fonction des qualités souhaitées et des matériaux effectivement utilisés.

2. Méthodologie d'étude :

Utilisation de la méthode de DREUX – GORISSE pour la détermination de la composition du béton.

- ❖ Conditions de mise en œuvre.
- ❖ Détermination de la dimension du gros grain D_{max} .
- ❖ Détermination du dosage en éléments fin (Ciment).
- ❖ Détermination du dosage en eau.
- ❖ Contrôle des qualités de granulat (sable).
- ❖ Trace de la courbe granulométrique de référence OAB.
- ❖ Trace de la ligne de partage des courbes granulométrique

3. Données de basse de méthode :

a) Résistance souhaitée

En général, on demandera une résistance f_{c28} en compression à 28 jours et compte tenu des dispersions et de l'écart quadratique s , il faudra viser une résistance moyenne à 28 jours.

$$f_c \text{ supérieure à } f_{c28} \qquad f_{c28} = f_c - 0.8 s.$$

b) Résistance visée

Par sécurité, la résistance visée, représente une majoration de 15% de la résistance désirée. Ainsi, la résistance visée.

$$f_c = f_{c28} + 15\% \cdot f_{c28} \qquad f_c = 1,15 f_{c28}$$

c) Dosage en ciment et en eau

Le dosage en eau et en ciment dépend de la résistance visée, et de la qualité du ciment et des granulats, ainsi expérimentalement, on établit une relation entre l'ensemble de ces paramètres.

$$\sigma'_{28} = G \sigma'_c \times (C/E - 0,5) \text{ Avec :}$$

σ'_{28} = résistance moyenne en compression désiré a 28 jours

σ'_c = classe vraie du ciment a 28 jours

C = dosage en ciment (kg/m³)

E = dosage en eau total sur matériaux secs (l/m³)

G = coefficient granulaire (voir tableau ci-dessous)

I.8. propriétés du béton

I.8.1 Propriétés essentielles d'un béton

Pour utiliser au mieux le béton, il faut bien connaître ses propriétés à l'état frais et à l'état durci.

I.8.1.1 Béton frais

Ouvrabilité (ou maniabilité) : qualité du béton ; qui se traduit par la capacité du béton de bien remplir tous l'espace du coffrage et d'assurer un bon enrobage des armatures. L'ouvrabilité d'un béton est couramment appréciée par le test du cône d'Abrams, ou le béton est mis dans un moule conique, l'affaissement du béton une fois le moule enlever donne une appréciation sur sa maniabilité. La mise en place du béton dans le moule se fait en 4 couches d'épaisseurs égales, piquer à l'aide d'une tige à raison de 25 coups pour chaque couche. Le cône est ensuite enlevé doucement sans secousses [1]

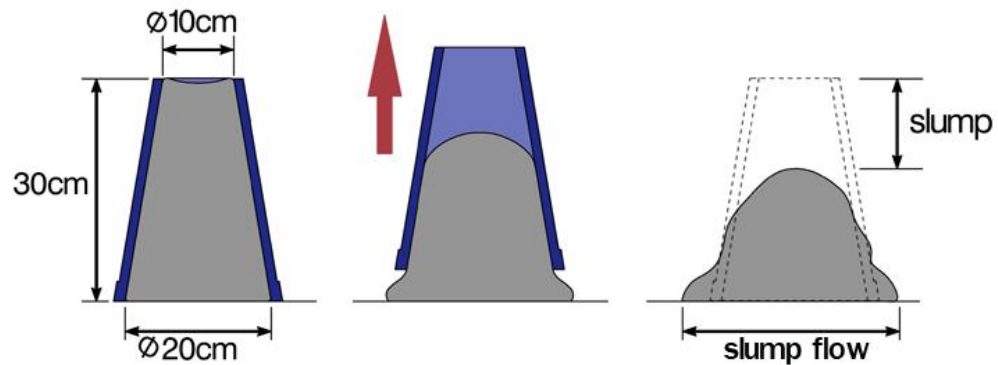


Figure I.4: Test du cône d'Abrams [1]

En fonction de l'affaissement mesuré, la maniabilité du béton est appréciée et une manière de sa mise en œuvre est recommandée.

Tableau I.3. Appréciation de la consistance en fonction de l'affaissement au cône

Classe de consistance	Affaissement (cm)	Tolérance (cm)
Ferme F	0 à 4	1
Plastique P	5 à 9	2
Très Plastique TP	10 à 15	
Fluide F	≥ 16	3

Tableau I.4: suivant montre les différentes formes de béton selon leur affaissement trouvé

Affaissement	Béton	Mise en œuvre
0– 2cm	Très ferme	Vibration puissante
3 – 5cm	Ferme	Bonne vibration
6 – 9cm	Plastique	Vibration courante
10 – 13cm	Mou	Piquage
>13cm	Très Mou	Leger piquage

I.8.1.2 Béton durci :

❖ Résistance mécanique :

La résistance mécanique la plus importante pour le béton étant la résistance à la compression, elle est couramment mesurée sur des éprouvettes cylindriques 16x32cm (16cm de diamètre et 32cm de hauteur) ou 15x32cm.

Le béton reste toujours avec leurs inconvénients tels que : Temps de durcissement relativement long, une exécution peu précise et difficulté de reprise des ouvrages en cas de transformations.

I. 9. Résultats des travaux précédents de 2011 à 2018

Notre travail est basé sur plusieurs travaux de recherche précédente étudiée. Chacune travaux en utilise matériaux locaux de région wilaya d'Adrar. Le travail du recherche précédente sur base suivant : " Yousfi et Samira et Mounir - Belhadj et Yaichi Abdelkrim - Yousfi. N. Arroussi et A. Dahmani , le sujet de recherche sur lequel nous travaillons fait partie de la recherche globale sur les matériaux locaux . [3]

I.9.1 Travaux de F.Yousfi 2014

En 2014 une étude précisé sur la granularité et leur influence sur la résistance mécanique d'un béton ordinaire par en utilisation matériaux locaux d'wilaya d'Adrar. en étude quelles sont les classes granulaires suffisant pour une granularité uniforme et continue, et est-ce que la distribution du granulat donnée une influence sur la résistance mécanique du béton en utilisation la Méthode de Dreux –Gorisse permettre déterminerons les résistance en compression à 28j. Le projet comme suit :

Béton1 : Sable de dune de MRAGUNE et Gravier d'OUAINA.

Béton2 : Sable de dune de MELOUKA et Gravier de KOUSSANE.

Béton3 : sable de concassée d'OUED OUTOUL et gravier (8/15 et 15/25) de TARGUI.

Béton4 : Sable de dune et Gravier d'OUAINA.

Béton5: sable concassée de MIMOUN et graviers de KOUSSANE.

Béton 6 : sable concassée d'IGOSTON et graviers d'EURL ASSIBAT.

Béton7 : sable concassée d'OUED TAZROK et graviers d'EURL ASSIBAT.

Béton 8 : sable de dune d'OUAINA et graviers de KOUSSANE.

Béton 9 : sable de dune d'OUAINA et graviers de KOUSSANE.

Béton 10 : sable de dune de KOUSSANE et graviers de KOUSSANE.

Tableau I.5 : Résultats de dosages de composants et les caractéristiques de béton [3]

Béton	Dosage de béton (kg)						Caractéristique du béton		
	Ciment (kg)	S (kg)	G 3 /8 (kg)	G8/15 (kg)	G15/25 (kg)	Eau (L)	E/C	A (cm)	R (MPa)
B1	350	709,8		529,8	540,3	197,36	0,44	9	33,3
B2	350	608		813	426	199	0,57	8	27,5
B3	350	679		433	772	183	0,51	9	33,02
B4	350	699,06		1037,38		170,76	0,49	8,5	26,27
B5	350	699,87		997,55		213	0,6	9	30,39
B6	350	581	413	339	486	206	0,6	8,5	30,55
B7	350	710		211	1046	185	0,6	8,5	32,86
B8	350	439	417	410	555	195	0,55	8,5	32,32
B9	350	520	421	406	475	194	0,55	9	28,62
B10	350	867	930		203	203	0,58	8,7	28,26

I.9.2 Travaux de MOUNIR et M. BELHADJ 2015 :

En 2015 une étude de l'influence des matériaux locaux et de ciment de haut fourneau sur la résistance mécanique de béton par utilisation de matériaux locaux d'wilaya d'Adrar et méthode de la formulation du béton : méthode de DREUX –GORISSE permettront de déterminer les résistances en compression à 28j l'étude sur (béton+Adjuvant).

Béton1 : Sable concassé et gravier d'OUAINA.

Béton2 : Sable concassé et gravier d'OUAINA.

Béton3: Sable concassé et gravier de KOUSSANE.

Béton4: Sable de dune et gravier de KOUSSANE.

Les Résultats de compositions et la résistance des différents types de béton sur le Tableau I.8

Tableau I.6 : Dosages de composants et les caractéristiques de béton [3]

Béton	Dosage de béton (kg)							Caractéristique du béton		
	Ciment (kg)	ADJ (kg)	S (kg)	G 3/8 (kg)	G8/15 (kg)	G15/25 (kg)	Eau(L)	E/C	A (cm)	R (MPa)
B1	400	4,8	582,72	156,44	101,07	845,79	184,33	0,46	7	38,76
B2	400	4,8	715,92	295,48	673,96		173,91	0,46	7	24,89
B3	400	4,8	482,83	290,91	356,62	572,87	183,33	0,46	7	24,83
B4	400	4,8	428,73	262,16	384,82	676,85	183,33	0,46	7	30,07

I.9.3 Travaux d'A. YAICHI 2017:

Notre travail est basé sur l'influence de la granularité sur la résistance mécanique du béton (à la compression) en utilisation matériaux locaux wilaya d'Adrar et Méthode de la formulation du béton Méthode de DREUX –GORISSE permettre déterminerons les résistances en compression a 28j l'étude sur (béton + ADJUVANT) .Le projet Comme suit :

Béton1: Sable normalisé et gravier de REGGANE.

Béton2: Sable OUAJDA et gravier de REGGANE

Béton3: Sable Ksar KADOUR (TIMIMOUN) et gravier de REGGANE.

Béton4: Sable OULED AISSA (CHEROUINE) et gravier de REGGANE.

Béton5: Sable METARFA et gravier de REGGANE.

Béton6: Sable NFISSE (REGGANE) et gravier de REGGANE.

Béton7: Sable OULEF et gravier 3/8, 8/15 et 15/25 de REGGANE.

Béton8: Sable Sali et gravier 3/8, 8/15 et 15/25 de REGGANE.

Béton9: Sable BAKHELLA (Bouda) et gravier de REGGANE.

Les résultats de compositions et la résistance des différents types du béton sur le tableau I.7

Tableau I.7: Compositions des différents types du béton [3]

Béton	Dosage de béton (kg)						Caractéristique du béton		
	Ciment	S(kg)	G 3 /8(kg)	G8/15(kg)	G15/25(kg)	Eau(L)	E/C	A(cm)	R(MPa)
B1	350	709,8		529,8	540,3	197,36	0,44	9	33,3
B2	350	608		813	426	199	0,57	8	27,5
B3	350	679		433	772	183	0,51	9	33,02
B4	350	699,06		1037,38		170,76	0,49	8,5	26,27
B5	350	699,87		997,55		213	0,6	9	30,39
B6	350	581	413	339	486	206	0,6	8,5	30,55
B7	350	710		211	1046	185	0,6	8,5	32,86
B8	350	439	417	410	555	195	0,55	8,5	32,32
B9	350	520	421	406	475	194	0,55	9	28,62

I.9.4 Travaux de N. Arroussi et A. Dahmani 2018:

Ce travail est basé sur la formulation de béton de matériaux locaux et addition minérale en utilisation matériaux locaux wilaya d'Adrar et Méthode de la formulation du béton Méthode de DREUX –GORISSE permettre déterminerons les résistances en compression a 28j. constitue dans 5 l'étude sur (béton + (Adjuvant ou addition)) projet Comme suit :

Béton1: Sable normalisé et gravier (3/8, 8/15 et 15/25) de Charouine , A=8mm.

Béton2: Sable de dune et gravier (3/8, 8/15 et 15/25) de Charouine , A=3,5mm.

Béton3: Sable de dune et gravier (3/8, 8/15 et 15/25) de Charouine , A=10mm.

Béton 4: Sable concassé et gravier (3/8, 8/15 et 15/25) de Charouine , A=6mm.

Béton 5: Sable concassé et gravier (3/8, 8/15 et 15/25) de Charouine ,A=11mm.

Tableau I.9 : Dosages de composants et les caractéristiques de béton ordinaire [3]

Béton	Dosage de béton (kg)						Caractéristique du béton		
	Ciment	S (kg)	G 3 /8(kg)	G8/15(kg)	G15/25(kg)	Eau(L)	E/C	A (cm)	R(mpa)
B1	400	416,67	258,53	473,40	627,87	183,73	0,45	8	56,27
B2	400	435,42	289,46	494,70	636,82	183,73	0,45	3,5	32,96
B3	400	416,67	258,53	473,4	627,87	183,73	0,45	10	44,68
B4	400	698,13	304,7	385,73	479,87	183,73	0,45	6	42,54
B5	400	699,87	318,32	354,04	436,55	183,73	0,45	11	33,80

Commentaire :

Les différents travaux de recherche précédente contribuée à l'augmentation de la base de connaissances sur la composition de béton et la déterminer les quantités optimales de matériaux (eau E, ciment C, sable S, et gravier G) nécessaires et sa formulation de béton conformément aux mécanismes disponibles de la région et le matériaux locaux, Sur la base des résultats obtenus par des recherches travaux de recherche précédente, Nous avent continuer cette recherche sur les matériaux locaux de wilaya d'Adrar.

Conclusion :

Bien que, pour l'usage courant, la formulation de béton répond plus ou moins au besoin, il existe des proportions des constituants qui offrent de meilleurs caractéristiques aux bétons. De nombreux recherches ont été réalisées pour la mise au point des méthodes de formulation d'une part, et pour optimiser l'utilisation des constituants d'autre part, afin de trouver un compromis entre des propriétés parfois contradictoires : ouvrabilité qui est contrôle la mise en place du béton et la résistance mécanique qui est conditionne la capacité portante de l'ouvrage.

Dans cette recherche bibliographique, nous avons remarqué qu'il est nécessaire d'attacher une importance particulière à l'influence de chaque paramètre afin d'aboutir à une formulation optimale et d'atteindre au mieux les caractéristiques recherchées.

CHAPITRE II
CARACTERISATIONS DES MATERIAUX
UTILISES

II. Introduction

La qualité et le comportement mécanique du béton est le résultat d'une interaction complexe entre ses divers constituants, l'emploi judicieux de ses matériaux dans la construction exige la connaissance de leurs diverses propriétés : physiques, mécaniques, chimique et minéralogique, et qui permet de faire un choix répondant à leur destination.

Par ailleurs, nous présenterons dans ce chapitre, les résultats des essais d'identification des matériaux utilisés (graviers, sables et ciment), ainsi que leurs interprétations

II.1. caractérisations des matériaux utilise

II.1.1 Caractéristiques de l'eau utilisée (NF EN 206-1).

L'eau a été analyse au niveau du laboratoire de NARH d'Adrar. Le tableau ci-dessous regroupe les résultats d'analyse.

Tableau II.1 : Analyse chimique de l'eau utilisé. [3]

Minéralisation globale (mg/l)	Résultats	Normes de potabilité
Ca ⁺⁺	60	200,00
Cl ⁻	160	500,00
So ₄ ⁻⁻	220	400,00
HCO ₃ ⁻	131	-
CO ₃ ⁻⁻	0	-
SiO ₂	8 ,00	-

1. II.1.1.1. Interprétation :

Les valeurs obtenues sont insérées dans la fourchette recommandée, donc l'eau est acceptable pour l'exploitation dans la fabrication d'un béton. [3]

II.1.2 Caractéristiques du ciment utilisé :

Le ciment utilisé dans notre étude est un ciment de classe CEM II/A-L 42 ,5 N de la cimenterie d'Aoulef- wilaya d'Adrar.



Figure II.1 : CEMII/A-L 42,5N [1]

II.1.2.1. Caractéristiques physique du ciment utilisé :

✓ Essai physiques

- 1) La masses volumiques du ciment (NF P 18-558).
- 2) L'essai de consistance (EN 196-3).
- 3) L'essai de prise du ciment (EN 196-3).
- 4) L'essai sur le mortier (EN 196-1).

II.1.2.1.1 La masse volumique (NF P 18-558).

1. But : L'objectif de cet essai est de déterminer Les masses volumiques de ciment en utilisés Pycnomètre à de 250 cm³ et Un liquide non réactif avec le ciment (mazoute).

Conformément la norme NF P 18-558 Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-après.



Figure II.2 : Masse volumique par la méthode de pycnomètre. [3]

Tableau II.2 : Valeur de la masse volumique du ciment CEM II/A-L 42 ,5 N.

Pycnomètre vide(g)	pycnomètre rempli de Mazoute (ml)	Masse du ciment(g)	Masse Volumique du ciment (g/ml)	Moyenne MVabs De ciment (g/ml)
34,56	76,31	12	3,00	3,01
34,56	76,28	12	2,99	
34,56	76,32	12	3,04	

II.1.2.1.2 L'essai de consistance (EN 196-3). [3]

1. But : L'essai de consistance permet de déterminer la consistance normale de la pâte du ciment et quantité d'eau nécessaire pour gâcher un liant pour avoir une pâte normale plastique. Cette dernière a été mesurée par la sonde de Vicat conformément aux prescriptions de la norme NF EN 196-3.

2. L'appareillage :

- Appareil de Vicat.
- Malaxeur normalisé.

➤ Chronomètre.

➤ Balance.



Figure II.3 Malaxeur de ciment **Figure II.4** Chronomètre **Figure II.5** Appareil de Vicat [1]

Tableau II.3 : Résultats de l’essai de consistance du ciment utilisé.

Essais	E/C (%)	Ciment (g)	Eau (g)	D (mm)
1	28	400	112	4,5
2	30	400	120	5 ,85
3	32	400	128	5,98
4	34	400	136	6,20

a) II.1.2.1.3 Essai de prise (EN 196-3).

1. But : L’objectif de cet essai est déterminé le temps de début et fin de prise d’une pâte du ciment à une consistance normalisée à l’aide de l’appareil de Vicat. [3]

- Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau II.4 :



Figure II.6 : Malaxeur et l’appareil de Vicat. [3]

Tableau II.4 : Temps de début et fin de prise.

Temps (min)	8 :45	9 :30	10 :15	11 :00	11 :45	12 :45	13 :45	14 :45	15 :25
D (mm)	0	0	0	1	2,5	30	36,8	38	40

Tableau II.5 : Temps de début et Fin de prise du ciment CEM II/A-L 42 ,5 N.

Caractéristiques	Unités (h)	Norme
Début de prise	3h15	NF EN 196-3
Fin de prise	6h45	NF EN 196-3

b) II.1.2.1.4 Essai sur le mortier (EN 196-1).

1. But : L'objectif de cet essai est déterminé certaines caractéristiques des ciments et notamment la résistance à la compression. Cet essai est réalisé conformément à la norme EN 196-1.

2. Mode opératoire: (Opérations de malaxage)

**Figure II.7 :** Essai sur mortier normal. [3]**Tableau II.6 :** Composant de mortier normal [3]

Matériau	Ciment	sable normalisé	Eau	E/C
Unité (g)	450	1350	225	0,5

Tableau II.7. Opérations de malaxage du mortier normal.

opération	Introduction d'eau	Introduction de ciment		Introduction de sable	Raclage de la cuve		
Durées			30s	30s	15s	1min 15s	60s
Etat du malaxage	Arrête		Vitesse lente		Arrête		Vitesse rapide

3. Résultats :

Nous avons effectué les essais de caractérisation de mortier au niveau de la cimenterie d'Aoulef. Les résultats obtenus sont insérés dans tableau ci-dessous

Tableau II.8 : Caractéristiques mécaniques du CEM II/A-L 42,5. [3]

	Jours	Résistance à la Flexion MPa	Moyen MPa	Résistance à la Traction MPa	Moyen MPa
conservation à l'air	28	6	6	58,8	56,5
		6,7		54,2	
		5,8		55,9	

4. Interprétation des résultats :

La masse volumique (absolue) du ciment utilisé est insérée dans l'intervalle imposé par la norme NA 231 [Normes Algériennes, 1992]. Compris entre 2900 – 3150 kg/m³.

Par ailleurs la consistance obtenue est conforme à la norme NF EN 196-3 d'où les valeurs sont généralement comprises entre 28 et 34%.

Cependant le temps de prise minimal de 60 Minutes est conforme à la norme NF P 15-301 pour les ciments de classe 42,5.

II.1.2.2. Analyse chimique et minéralogique du ciment :

L'analyse chimique et minéralogique du ciment CEM II/A- 42,5 ont été établis au niveau du laboratoire de la cimenterie d'Aoulef. [3]

Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau II.9 : Composition chimique du CEM II/A- 42,5. [3]

Éléments	SiO ₂	AL ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CL
(%)	24,17	5,98	3,41	68,8	1,72	0,052

Tableau II.10 : Caractéristiques minéralogique du CEM II/A- 42,5. [3]

Éléments	C3S	C2S	C3A	C4AF
	3CaOSiO ₂	2CaOSiO ₂	3CaAl ₂ O ₃	4CaOAl ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
Teneur (%)	10,02	31,74	49,76	8,48

Commentaire :

D'après les résultats obtenus, nous concluons ce qui suit : le CEM II/A- 42,5 est un ciment conforme aux normes prescrites.

II.1.3. Granulats (Sable et gravier) :

Nous avons exploité les granulats (3/8, 8/15 et 15/25), extraits à partir de la carrière de Koussan (concasseur HARROUCH), ainsi que le sable de dune de la région de Mimoun (Bouda).



Figure II.8 : Carrière HAROUCHI Koussen –Adrar[1]

❖ **Les essais d'identification :**

II.1.3.1 Les essais physiques

1-Les masses volumiques (apparent ; absolue).NFP18-554 Décembre 1990

2-L'analyse granulométrique NF P 18-560 Septembre 1990

3-Essais Absorption de l'eau NF P 18-554 Décembre 1990

4-Essais de propriété de gravier NF P 18-591

5-L'équivalent de sable (NA 455/EN933-8 Décembre)

6-Équivalent de sable à 10% de fines NF P 18-597 Décembre 1990

7-La teneur en eau

8-Essais coefficient d'aplatissement NF P -18-561

II.1.3.1.1 La masse volumique (NF P 18-554 Décembre 1990)

a) La Masse volumique absolue

1) La Masse volumique absolue par le pycnomètre

1.1. But d'essai :

L'essai permet mesurer la masse volumique du ciment par du Pycnomètre à liquide.



Figure II.9 : Masse volumique absolue par le pycnomètre

1.2. Résultats

$$M_{va} = M_{val} \frac{M2-M1}{M4+M2-M1-M3}$$

Tableau II.11 : Résultats de La Masse volumique absolue par le pycnomètre

Matériaux	M1(g)	M2(g)	M3(g)	M4(g)	M _{VA} (g/cm ³)
SD	34	83,4	59.2	98.63	2.53
SC	34	83,4	59.4	98.9	2.61

Avec :

M1 : masse de pycnomètre vide

M2 : masse de pycnomètre rempli de sable

M3 : masse de pycnomètre rempli de sable et l'eau

M4 : masse de pycnomètre rempli de l'eau

2) La masse volumique absolue par l'éprouvette

2.1. 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.

Donc nous avons utilisé la méthode de l'éprouvette graduée, elle est Simple, rapide et utilise un matériel courant du laboratoire.

$$\rho_s = \frac{M}{V2 - V1} \quad (g/cm^3)$$

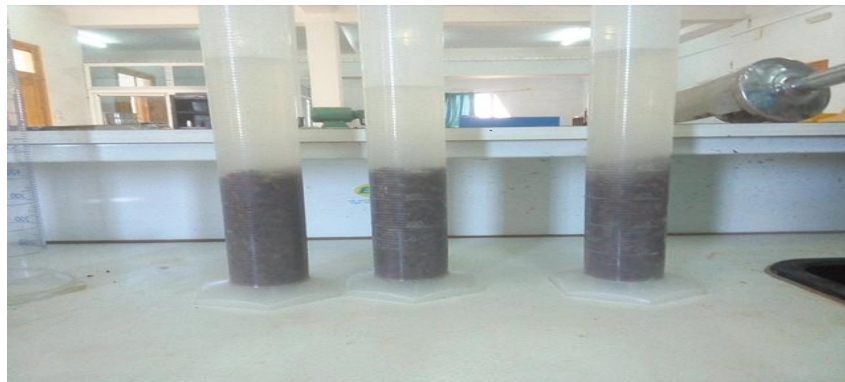


Figure II.10 : Masse volumique absolue par l'éprouvette

2.2. Résultats

Tableau II.12: Résultats de la masse volumique absolue par l'éprouvette

Matériaux	$M_{Va} (g/m^3)$
G3/8	2,60
G8/15	2,66
G15/25	2,65

b- La masse volumique apparente

.1. Principe de l'essai :

On remplit un récipient dont on connaît le volume, en prenant de grandes précautions pour éviter les phénomènes parasites provoqués par le tassement. On pèse ensuite l'échantillon en prenant soin de déduire la masse du récipient. La masse de l'échantillon est divisée par le volume du récipient pour donner la masse volumique apparente du matériau

$$M_{vapp} = \frac{M}{V}$$



Figure II.11 : Essai de la masse volumique apparent

.2. Résultats :

Tableau II.13: Résultats de la masse volumique apparente

Matériaux	Masse(g)	Volume (m ³)	$M_{vapp} = \frac{m}{v} (g/m^3)$
G3/8	2783,25	2000	1,39
G8/15	2959,75	2000	1,48
G15/25	7957,75	5000	1,59
SC	2955,75	2000	1,48
SD	3376	2000	1,67

II.1.3.1.2 Analyse granulométrique des granulats NF P 18-560

1. But : Pour tracer la courbe granulométrique, on prend trois différents diamètres de graviers et pour chaque diamètre, on prend les quantités suivantes :

Diamètre 3 - 8 \longrightarrow (1600 g)

Diamètre 8 -15 \longrightarrow (4000 g)

Diamètre 15 -25 \longrightarrow (6002 g)

Diamètre 0 - 3 \longrightarrow (1200 g)

Sable de dune \longrightarrow (1200 g)

2. Résultats :

Les tableaux ci-dessous regroupent les résultats obtenus.

Tableau II.14: Analyse granulométrique du gravier 3/8.

Masse (g)	Tamis	Poids refus partielle(g)	Poids refus cumulés(g)	Poids refus cumulés%	Tamisât%
	12,5	0	0	0	100
	10	0	0	0	100
	8	1,1	1,1	0,069	99,931
1600	6,3	189,6	190,7	11,916	88,081
	5	852,8	1043,5	65,219	34,781
	4	208,5	1252	78,250	21,750
	3,15	312,8	1564,8	97,800	2,2
	2,5	26,4	1591,2	99,450	0,550
	2	6,3	1597,5	99,844	0,156
	1,6	1,8	1599	99,956	0,044

Tableau II.15: Analyse granulométrique du gravier 8/15

Masse (g)	Tamis	Poids refus partielle(g)	Poids refus cumulés(g)	Poids refus cumulés%	Tamisât%
	20	0	0	0	100
	16	153,08	153,08	3,83	96,17
	12,5	1608	1761,08	44,03	55,97
4000	10	1143	2904,08	72,60	27,40
	8	830	3734,08	93,35	6,65
	6,3	233,71	3967,79	99,19	0,81
	5	26,54	3994,33	99,86	0,14
	4	1,72	3996,05	99,90	0,10

Tableau II.16 : Analyse granulométrique du gravier 15/25

Masse (g)	Tamis	Poids refus partielle(g)	Poids refus cumulés(g)	Poids refus cumulés%	Tamisât%
	31,5	00	0	0	100
	25	957	957	15,94	84,05
	20	3097	4054	67,54	32,43
6002	16	1513	5567	92,75	7,22
	12,5	419	5986	99,73	0,23
	10	12,26	5998,26	99,94	0,03

Tableau II.17: Analyse granulométrique du sable concassé.

Masse (g)	Tamis	Poids refus partielle(g)	Poids refus cumulés(g)	Poids refus cumulés%	Tamisât%
	6,3	0	0	0	100
	5	2,1	2,1	0,175	99,825
	4	6,1	8,2	0,683	99,317
	3,15	11,8	20	1,667	98,333
	2,5	41,1	61,1	5,092	94,908
	2	273,4	334,5	27,875	72,125
1200	1,6	216,1	550,6	45,883	54,117
	1,25	263,7	814,3	67,858	32,142
	0,630	278,2	1092,5	91,042	8,958
	0,5	22,9	1115,4	92,950	7,050
	0,315	40,8	1156,2	96,350	3,650
	0,2	15,7	1171,9	97,658	2,342
	0,16	11	1182,9	98,575	1,425
	0,08	11	1193,9	99,492	0,508
	0,063	5,8	1199,7	99,975	0,0251

Tableau II.18: Analyse granulométrique du sable de dune

Masse (g)	Tamis	Poids refus partielle(g)	Poids refus cumulés(g)	Poids refus cumulés%	Tamisât%
	1,25	0	0	0	100
	0,630	227,7	227,7	18,975	81,025
	0,5	151,6	379,3	31,608	68,392
1200	0,315	238,8	618,1	51,508	48,492
	0,2	215,7	833,8	69,483	30,517
	0,16	119,3	953,1	79,425	20,575
	0,08	231,2	1184,3	98,692	1,308
	0,063	15,2	1199,5	99,958	0,042

3. Module de finesse (EN 13139)

L'objectif d'essai d'Analyse granulométrique un déterminer le module de finesse. C'est une caractéristique intéressante, surtout en ce qui concerne les sables.

Expression du Module de finesse

$$MF = \frac{\sum (\text{Refus cumulés tamis } 0.125-0.25-0.5-1-2-4)}{100}$$

Sable concassé	Sable de dune
3,82	1,78

4. Commentaire :

- Sable de dune MF= 1,78. Si le module de finesse MF < 2,2, d'où, le sable est fin.
- Sable concassé MF= 3,82. Si le module de finesse MF > 2,8, donc le sable est grossier.

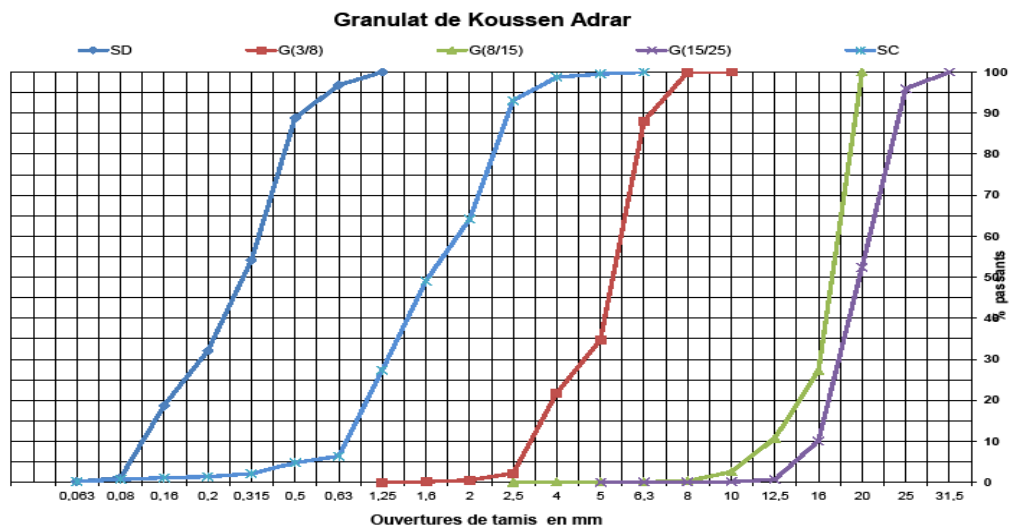


Figure II.12 : Courbes granulométriques des granulats utilisés.

II.1.3.1.3 Absorption d'eau (NF P 18-554 Décembre 1990)

1. Définition : Le coefficient d'absorption est défini comme le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après immersion dans l'eau pendant 24 heures à 22 °C à la masse sèche de l'échantillon, conformément à la norme **NF P 18-554**.

On prend 500 g des trois classes de graviers (3/8) et (8/15) (15/25).

Les résultats obtenus de cet essai sont donnés dans le tableau suivant :



Figure II.13 Absorption d'eau des granulats

2. Résultats :

Tableau II.19: Absorption d'eau des graviers

Les échantillons	Classe (3/8)	Classe (8/15)	Classe (15/25)
Masse sèche M_s	500	500	500
Masse imbibé dans l'air M_a	511	504	504
$Ab\% = (M_a - M_s/M_s)*100$	2,2	0,8	0,8

3. commentaire

Pour la **NF P 18-554** : $Ab \leq 1\%$

L'absorption du gravier 8/15 et 15/25 est acceptable mais on a remarque que la valeur de l'absorption du gravier 3/8 est supérieure à la norme recommandée.

II.1.3.1.4 Absorption d'eau du sable (NF P 18-554 Décembre 1990)

1. Principe de méthode

Il s'agit de quantifier la quantité d'eau qui s'infiltre dans les pores des grains de sable, cette eau ne pouvant participer à la réaction d'hydratation du ciment.

Le sable est plongé dans l'eau pendant un certain temps, puis séché progressivement jusqu'à l'état dit d'écoulement libre (mesure au cône)

. Le coefficient d'absorption est en fait une teneur en eau particulière.

Tableau II.20 : Absorption d'eau du sable

Les échantillons	SC	SD
Masse sèche M_s	317,41	350,96
Masse imbibé dans l'air M_a	328,33	352,70
$Ab\% = (M_a - M_s/M_s)*100$	3,43	0,49

2. Commentaire :

$Ab \leq 1$ les résultats sont acceptables pour un béton armé

c) II.1.3.1.5 Propreté (NFP 18-591)

A l'instant de ce qui se pratique pour les sables, les graviers doivent être propres avant leur utilisation dans la fabrication des bétons.



Figure II.14 : Propreté des granulats

1. Résultats :

Tableau II.21 : Propreté des granulats utilisés

	Classe 3/8	Classe 8/15	Classe 15/25
Poids humide échantillon P1 (g)	1000	1500	1500
Poids sec échantillon P2 (g)	994	1497	1496
Propreté P (%) = $((P1-P2) / P2) \times 100$	0.60	0.20	0.26

Commentaire : Donc les agrégats utilisés sont propres.

II.1.3.1.6 l'équivalent de sable (NA 455/EN933-8 Décembre)

1. But : La présente norme a pour objet de définir une caractéristique de certains sols ou granulats, intitulée «équivalent de sable» et de fixer la méthode permettant de déterminer cette caractéristique

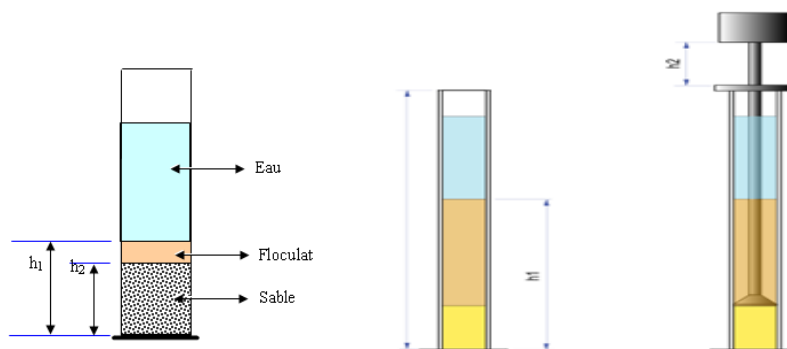




Figure II.15 : Essai équivalent de sable de dune

2. Résultats :

◆ Sable de dune de MIMONE

Tableau II.22: Résultat d'équivalent du sable de dune

Echantillon	Eprouvette -1-	Eprouvette -2-
Masse d'échantillon	120	120
Hauteur totale (sable +floculat) H1 (cm)	11.6	11.2
Hauteur de sable sédiment H2 (cm)	9.1	7.7
$ES=(H2/H1)*100$	78	74
ES moyen (%)	76	

3. Commentaire : Le sable de dune : $70 \leq ES_p \leq 80$

-Sable propre : faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons

II.1.3.1.7 L'équivalent de sable A 10% de fines

1. Objet : La présente norme a pour objet de définir une caractéristique des sables intitulée « équivalent de sable à 10% de fins » et de fixer la méthode permettant de déterminer cette caractéristique



Figure II.16 : Essai équivalent de sable concassé A 10% de fines

2. Résultats :

◆ Sable concassé de KOUSANE

1) Déterminer la teneur en eau

		A6	I7
Masse échantillon humide	Mh(g)	132	110
Masse échantillon sec	Ms(g)	129	108
Teneur en eau	W(%)	2.09	

2) Déterminer la teneur en fines

Masse échantillon humide Mh=500g

Masse de refus au tamis 0.08mm Ms=447g

Pourcentage de fines F=8.73

3) Echantillon pour essai

Si $F \leq 11\%$

Masse échantillon humide $M_{sh}=120(1+w/100)$ Mh=122.51g

Si $F \geq 11\%$

Masse échantillon humides= $(1200/F)(1+w/100)$ /

Equivalent de sable concassé**Tableau II.23:** Résultat d'équivalent de sable concassé

Hauteur total H_1	Hauteur de sable H_2 (piston)	ES= $(H_2/H_1)100$	ES moyenne
16.3	9	55	56
18	10	56	

3. Commentaire : $ES \leq 60\%$

Donc le sable analysé est un sable médiocre contenant des impuretés (fins argileux...)

II.1.3.1.8 La teneur en eau

On utilise pour cet essai les trois classes de graviers, on prend 1500g de chaque classe, met dans l'étuve pour 24h, après on a pesé. Les résultats sont enregistrés dans le tableau suivant :

1. Résultat :**Tableau II.24 :** Résultat de la teneur en eau

Les échantillons	Classe 3/8	Classe 8/15	Classe 15/25
Ms (g)	500	500	500
Mh (g)	497,2	497,53	497,7
W%	0.56	0.49	0.46

d) II.1.3.1.9 Coefficient d'aplatissement (NFP-18 561 Décembre 1990)

1. But : Le but de l'essai est de mesurer le coefficient d'aplatissement (CA) qui caractérise la forme des granulats. Le CA s'obtient en faisant une double analyse granulométrique par voie sèche, en utilisant successivement, et pour le même échantillon de granulats :

- une série de tamis normalisés à mailles carrées.
- une série de tamis (grille) à fentes parallèles de largeurs normalisées.

**Figure II.17 :** l'échantillon et Les grilles à fente**2. Résultat :****Tableau II.25:** Coefficient d'aplatissement pour la classe 3/8

M= 1600g				
Tamisage sur tamis		Tamisage sur grilles		
Classe granulaires d/D (mm)	Mg (g)	Ecartement des grilles (mm)	Passant Me (g)	(Me/Mg)*100
10	0	6,3	0	0
8	4	5	2	50
6.3	173	4	47	27.17
5	587	3,15	151	25.72
4	394	2,5	88	22.33
M = $\sum Mg = 1158$		$\sum Me = 288$		
$A = \frac{\sum Me}{\sum Mg} \times 100 = 24.87\%$				

Tableau II.26: Coefficient d'aplatissement pour la classe 8/15

M=3000 g				
Tamisage sur tamis		Tamisage sur grilles		
Classe granulaires d/D (mm)	Mg (g)	Ecartement des grilles (mm)	Passant Me (g)	(Me/Mg)*100
16	146	10	31	12,26
12,5	1243	8	335	18,04
10	1021	6,3	277	27
8	438	5	118	26,44
6.3	126	4	28	25.72
5	20	3.15	3	
4	2	2.5	1	
M = $\sum Mg = 2996$		$\sum Me = 793$		
$A = \frac{\sum Me}{\sum Mg} \times 100 = 26.47\%$				

Tableau II.27: Coefficient d'aplatissement pour la classe 15/25

M=5018 g				
Tamisage sur tamis		Tamisage sur grilles		
Classe granulaires d/D (mm)	Mg (g)	Ecartement des grilles (mm)	Passant Me (g)	(Me/Mg)*100
31,5	0	20	0	0
25	234	16	60	25.64
20	1496	12,5	181	12.09
16	2985	10	78	2.61
12,5	298	8	5	1.68
M = $\sum Mg = 5013$		$\sum Mg = 324$		
$A = \frac{\sum Me}{\sum Mg} \times 100 = 6.46\%$				

3. commentaire:

Le coefficient d'aplatissement (A) des graviers (3/8 ; 8/15 ; 15/25) : (A) ≤ 30

D'où les graviers étudiés sont acceptables pour formuler un béton.

2. II.1.3.2 Essais mécaniques :

1-los Angeles (L A) NA 5130/EN 1097 -2

2-Micro- Deval (M D) NA 5129/EN 1097-1

II.1.3.2.1 Los Angeles NA5129/EN1097-2

1. Définition et but : L'essai permet de mesurer les résistances combinées à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat. Il s'applique aux granulats utilisés pour la constitution des assises de chaussée, y compris les couches de roulement. Le matériau évolue pendant l'essai, d'une part par suite du choc des boulets sur le granulat (rupture fragile des éléments), d'autre part par frottement des éléments les uns sur les autres, sur le cylindre de la machine et sur les boulets

Tableaux II.28 : Coefficient de Los-Angeles

VALEURS REPERES	
Coefficient " Los-Angeles	APPRECIATION
LA<20	gravier très dur
20<LA< 30	gravier dur
LA>20	gravier faible



Figure II.18 Essai de Los Anglos

2. Résultats :

Tableau II.29: Résultats de Los Angeles pour les trois classes de graviers

Classe granulaire	Tamis Intermédiaire	Poids totale M(g)	Refus de tamis 1.6mm m (g)	$LA = \frac{M-m}{M} \times 100$	observations
3/8	4-6.3	5000	4052	18.96%	< 20
8/15	10- 14	5000	4434	11.32%	< 20
15/25	16 -31.5	5000	4460	10.80%	< 20

3. Interprétation des résultats :

D'après les résultats obtenus nous avons constaté ce qui suit :

La Coefficient de Los-Angeles (LA) des classes du gravier (3/8 ; 8/15 et 15/25) est variant entre de 10% et 18%

Donc les graviers utilisés sont acceptables pour le béton.

II.1.3.2.2 Micro Deval en présence d'eau NA5129/EN1097-1

1. Définition et but : L'essai permet de déterminer la résistance à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat. Le matériau évolue pendant l'essai par frottement des éléments les uns sur les autres, sur le cylindre de la machine en rotation et sur les boulets (charge abrasive) à sec ou en présence d'eau

Tableaux II.30: Micro -deval en présence d'eau

VALEURS REPERES	
MICRO-DEVAL EN PRESENCE DEAU	APPRECIATION
<10	Très bon a bon
10 à 20	Bon a moyen
20 à 35	Moyen a faible
≥ 35	Médiocre



Figure II.19 : Appareil Micro Deval.

2. Résultats :

Tableau II.31: Résultats de l'essai micro Deval pour gravier HARROUCHI

Classe granulaire	Tamis Intermédiaire	Poids totale M(g)	Refus de tamis 1.6mm m (g)	MD $= \frac{M-m}{M} \times 100$	observations
3/8	4-6.3	500	310	38%	> 35
8/15	6.3- 10	500	417	16.6%	10< MDE< 20
15/25	10-14	500	408	18.4%	10< MDE< 20

3. Interprétation des résultats :

Suite aux valeurs de MDE obtenues les graviers (8/15 et 15/25) étudiés sont admissibles :

Par ailleurs la valeur de MDE du gravier 3/8 est supérieure à la valeur recommandée.

II.1.4 Les adjuvants : norme NF EN 934 -2.

II.1.4.1. Définition :

Les adjuvants sont des produits incorporés au moment du malaxage du béton à un dosage inférieur ou égale à 5 % en masse du poids de ciment pour modifier ou améliorer les propriétés du mélange à l'état frais et ou du béton durci.

Dans notre étude on a utilisé les super-plastifiants et plastifiants MEDAFLOW 30 de GRANITEX.

II.1.4.2. Domaines d'utilisation d'adjuvants plastifiant :

-plastifiant Il peut être utilisé dans plusieurs domaines à savoir :

A-sur le béton frais :

- L'amélioration de fluidité
- Le décoffrage rapide
- De faciliter la mise en œuvre

B-sur le béton durci :

- D'augmenter la résistance mécanique à jeune âge
- De diminuer la porosité
- De diminuer le retrait

Tableau II.32 : Caractéristiques du plastifiants- MEDAFLOW 30.

Nature	Couleur	PH	Densité	Teneur en chlore	Extrait sec
Liquide	Brun	10	1,22	<1g /L	40%

C- Dosage :

Le dosage recommandé est : 0,3% à 0,5% du poids de ciment.

II.1.5 Addition minérales : norme (EN 206-1)

II.1.5.1. Définition:

Un Matériau minéral finement divisé utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières.

considère deux types d'additions : Le type I : additions quasiment inertes. Le type II : additions à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent.

II.1.5.2. Fumée de silice : norme (NF P 78-502).[13]

La Fumée de Silice est un produit minéral, amorphe, très fin, obtenu essentiellement lors de la fabrication du silicium et de ses alliages. Elle est composée de billes, d'un diamètre moyen de 0,20 μm , formées principalement (à plus de 90 %) de silice SiO_2 avec un taux de carbone de l'ordre de 2 %.

Caractéristiques chimiques- physique de la fumée de silice donne le tableau suivant :



Figure II.20 : Fumée de silice

Tableau II.33: Caractéristiques chimiques de fumée de silice.

Composition chimique	Contenue
SiO_2	95%
$\text{Na}_2\text{O}_{\text{éq}}$	0,60%
SiC	1,50%
SO_3	0,10%
Oxydes (Fe, Al, Mg, Ca)	1,00%
Cl-	0,06%

Tableau II.34 : Caractéristiques physique de fumée de silice.

Propriétés physique	VALEURS
Densité apparente (Kg/m^3)	0,40 à 0,45
Densité réelle (Kg/m^3)	2,24
Surfaces spécifique BET (m^2/g)	23
Couleur	Grise

II.1.5.3 Caractères généraux

La fumée de silice SIKA S95 DM confère aux bétons les propriétés suivantes :

- Améliore les performances mécaniques à longs termes : résistances en
- Compression, flexion et traction
- Augmente le module d'élasticité

- Réduit le fluage
- Améliore la résistance à l'abrasion et à l'érosion
- Améliore la durabilité en milieux agressifs
- Diminue les risques d'expansion dus aux phénomènes d'alcali-réaction
- Diminue la perméabilité aux gaz et aux liquides

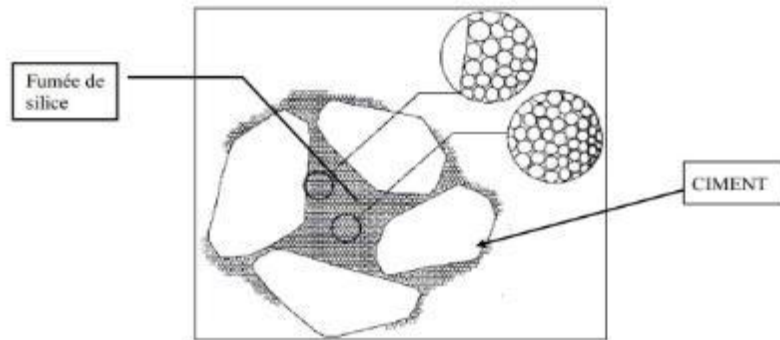


Figure II.2 : Fumée de silice entre le grain de ciment

III. Conclusion

Nous avons caractérisé les différents matériaux utilisés conformément aux normes préconisées dans le domaine de génie civil. La caractérisation des matériaux utilisés dans la composition d'un béton joue un rôle très important.

Ce chapitre regroupe les caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques du ciment utilisé dans notre étude.

Cependant les essais réalisés, sur les granulats de la carrière choisie, ont présentés de bonnes Propriétés physiques et mécaniques.

Par ailleurs le chapitre suivant va permettre de présenter la formulation de nos bétons.

CHAPITRE III
FORMULATION ET CONFECTION DU BETON.

Introduction :

Le présent chapitre est consacré pour présenter les différents mélanges du béton, ainsi que la méthode de formulation et la méthode de DREUX GORISSE, puis le programme expérimental.

Cependant les essais de caractérisation des bétons formulés dans les deux états frais et durci, cela pour déterminer les propriétés physiques et mécaniques, dont la résistance à la compression.

III.1. programme expérimental :

Partie I : Formulation a base des Granulats de KOUSANE, (3/8 ; 8/15 ; 15/25 et sable concassé).

Tableau III.1 : Les projets étudiés dans partie I

Projet	Béton	Consistance	Dmax		Béton témoin	Béton adjuvant	Béton addition	Nombre d'éprouvette
01	Bt				X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
02	Bt	BF A=3,6cm			X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	
03	Bt				X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
04	Bt	BP A=7,5cm			X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	
05	Bt	BTP A=11,5cm			X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
06	Bt				X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	

Partie II : formulation a base des Granulats de KOUSANE, les trois classes des graviers (3/8 ;8/15 ;15/25) et sable de dune de Mimoun (Bouda).

Tableau III.2 : Les projets étudiés dans la partie II

Projet	Béton	Consistance	Dmax		Béton témoin	Béton adjuvant	Béton addition	Nombre d'éprouvette
01	Bt				X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
02	Bt	BF A=3,6cm			X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	
03	Bt				X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
04	Bt	BP A=7,5cm			X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	
05	Bt	BTP A=11,5cm			X			03
	Badj		8/15			X		
	Badd						X	
06	Bt				X			03
	Badj		15/25			X		
	Badd						X	

III.2 étude de la composition de bétons :

La méthode de Dreux - Gorisse permet nous de déterminer les dosages des granulats par la courbe de référence OAB, et les dosages de ciment et l'eau de gâchage à partir de la formule de Bolomy et l'abaque de Dreux. [3]

Partie I : formulation a base des graviers (3/8 ; 8/15 ; 15/25) et sable concassée de la carrière de koussan.

Tableau III.3 : Données de bases pour la formulation du Béton en Sable Concassée

Doneness de base	Description (valeur)	Observation
Serrage	Vibration normale (courante).	Souhaitée
Ouvrabilité	Affaissement A= (3,6 ; 7,5 ; 11,5)cm	béton Ferme
Dimension maximale de granulat	Dmax= 15 mm ou Dmax=25	Calcule
Forme des granulats	Granulats concassés et roule	Constant
Qualité des granulats	Bonne (courante).	Determine
MF	3,82	Calcule
Ciment	Mv=3,01 g/ml	Determine
Sable Concassée	Mv =2,61 g/cm ³	Determine
Gravier 3/8(KOUSANE)	Mv =2,60 g/cm ³	Determine
Gravier 8/15(KOUSANE)	Mv =2,66g/cm ³	Determine
Gravier 15/25(KOUSANE)	Mv =2,65 g/cm ³	Determine

III.2.1 étude d'un béton ferme en sable concasse

Projet- 1- : BF Affaissement=3,6cm, $D_{max} = 15$

III.2.1.1 Données sur le béton :

Par sécurité, la résistance visée, représente une majoration de 15% de la résistance désirée.

- Résistance recherchée à 28 j $f'_{c28} = f_{c28} \cdot 1.15 = 28,75$ MPa

III.2.1.2 Dosage du ciment de béton ferme :

- ♦ Classe à 28 jours : $\sigma'_{c28} = 48$ MPa (Ciment STG)

♦ σ_{c28} Résistance recherche à 28j = 25 MPa

III.2.1.3 Détermination du rapport C/E de béton ferme :

-Pour déterminer le dosage en ciment et eau C / E est on applique la formule de BOLOMEY :

$$\sigma'_b = \sigma_c \cdot G(C/E - 0,5)$$

On obtient

$$C/E = \sigma'_b / (\sigma_c \cdot G + 0,5)$$

- ♦ On va tirer la valeur de coefficient granulaire en fonction qualité des granulats et D_{max} selon méthode de DREUX GORISSE suivant le tableau III.4.

Tableau III.4 : Valeurs approximatives du coefficient granulaire G.

Qualité des granulats	Dimension maximale D des granulats		
	Fin $D \leq 12,5\text{mm}$	Moyen $20 \leq D \leq 31,5\text{mm}$	Gros $D \leq 50\text{mm}$
Excellente	0,55	0,60	0,65
Bonne, courante	0,45	0,50	0,55
Passable	0,35	0,40	0,45

- ♦ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G :

$$G = 0,50$$

- ♦ On a $C/E = (28,75 / (0,45 \cdot 48) + 0,5)$ donc

$$C/E = 1,83$$

III.2.1.4 Détermination dosage en ciment de béton ferme :

On va utiliser Abaque de DREUX GORISSE

Figure III.1 Et la projection de rapport $C/E = 1,83$ et l'affaissement $A = 3,6\text{cm}$.

Sur la Abaque on déterminer le dosage en Ciment :

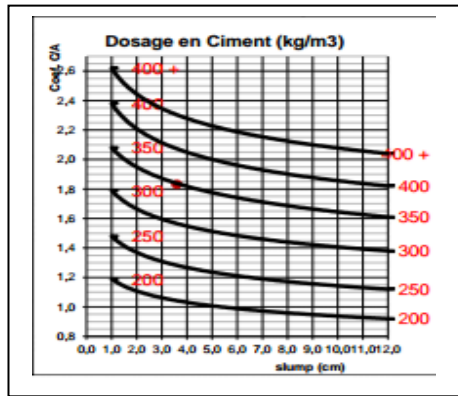


Figure III.1 : Abaque I indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm)

III.2.1.5. Détermination dosage de béton (dosage de ciment et l’eau)

Dépare le rapport C/E = 1,83 et C=350 kg/m³ consulter abaque

$\gamma_c = 3,01\text{g/m}^3$ (poids spécif ciment). $E = 191,15\text{L/m}^3$

III.2.1.6. Correction sur le dosage en eau de béton ferme :

Pour un mélange granulaire de diamètre, Dmax=15mm on va tirer la valeur de correction sur le dosage en eau selon le tableau III.4 de méthode de DREUX GORISSE.

Tableau III.5 : Correction sur le dosage en Eau.

Dimension maximale des granulats en mm	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
Correction sur le dosage en eau en%	+9	+6	+4	+2	0	-2	-4	-6

◆Dmax=15mm donc : la correction sur le dosage ne eau = 4 %

Dosage eau corriger $E_{cor} = 198,80\text{L/m}^3$ $E/C = 0,57$

Consulter abaque Dosage ciment corriger $C_{cor} = 364,00\text{ kg/m}^3$

III.2.1.7 Dosage en pourcentage des granulats de béton :

III.2.1.7.1 Détermination des points O, A, B :

Point O : Origine (x=Tamis ; y= passant) O (0,063 ; 0).

Point B : Extrémité (x = Dmax ; y=Passant) (15 ; 100). **Point A :** Brisure (x=D/2 si D≤20mm ou milieu du segment (5mm, D) si D≥20mm) :

$YA = 50 - \sqrt{D} + k + ks + kp$

YA : Cette relation prend en compte l’influence de la forme granulats et dosage en ciment et la vibration.et la finesse du sable et de la mise en œuvre du béton par une pompe à béton sur la compacité du béton et sa facilité de mise en œuvre.

III.2.1.7.2 Détermination la valeur du coefficient correcteur K :

On va tirer le coefficient de correcteur K en fonction du type de vibration et la forme des granulats et dosage en ciment selon méthode de DREUX GORISSE (Voir le tableau III.5).

Pour vibration normale et dosage en ciment = 350 et forme des granulats concassé.

La valeur de coefficient correcteur **K = 2**

Tableau III.6 : Valeurs du coefficient correcteur K

Vibration	Faible		Normale		Puissante	
	Roulé	Concassé	Roulé	concassé	Roulé	Concassé
400+supers-plastifiants	-2	0	-4	-2	-6	-4
400	0	2	-2	0	-4	-2
350	2	4	0	2	-2	0
300	4	6	2	4	0	2
250	6	8	4	6	2	4
200	8	10	6	8	4	6

III.2.1.7.3 Détermination Ks :

Ks : ajustement de la granularité du sable, pour

$$K_s = 3,82 \quad K_s = 6M_f - 15$$

KP (Béton pompé)=9

$$Y = 50 - D + k + k_s + k_p = 47,60 \quad K' = 18,92$$

On déterminer A (7,5 ; 65,05)

III.2.1.7.4 Tracé la courbe de référence OAB de béton :

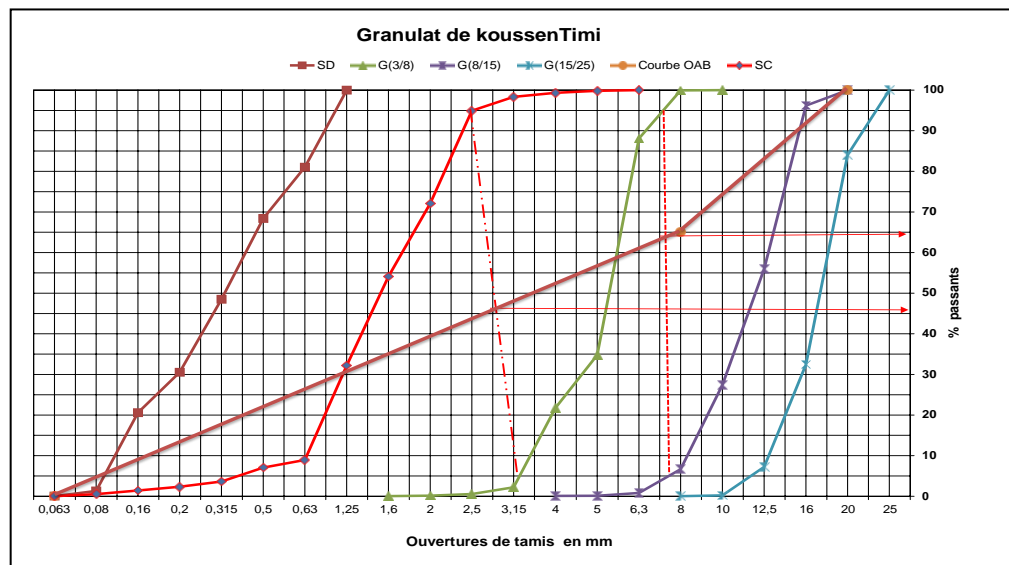


Figure II .2: Courbe de référence OAB. béton ferme, (A=3,6cm).

III.2.1.7.5 Pourcentage des sables et de graviers :

À partir de la courbe référence OAB nous avons déterminé le pourcentage de chaque composant du granulats.

Tableau III.7: Pourcentage des granulats sec

Granulats	SC	G3/8	G8/15
Pourcentage%	0,46	0,18	0,36
Total		1	

III.2.1.8 Détermination valeurs du coefficient compacité γ :

Pour en consistance de béton ferme et Serrage vibration normale et D_{max} granulats

$12,5 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 20 \text{ mm}$ le coefficient Compacité $\gamma = 0,795$ Selon la méthode DREUX GORISSE

La correction sur le sable roulé et gravier concassé = -0,01, donc

$$\gamma_{corrigé} = 0,795 - 0,01 = 0,785$$

Tableau III.8: Valeurs du coefficient compacité

Consistance	Serrage	Coefficient de compacité (γ)				
		D=5	D=10	D=12,5	D=20	D=31,5
Molle	Piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810
	Vibration Faible	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815
	Vibration Normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820
Plastique	Piquage	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820
	Vibration Faible	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825
	Vibration Normale	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830
	Vibration Puissante	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835
Ferme	Vibration Faible	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835
	Vibration Normale	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840
	Vibration Puissante	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845
-Sable roulé et gravier concassé = -0,01 -Sable et gravier concassé = -0,03						

III.2.1.9 Détermination le volume absolu des compositions solide :

Volume total Absolu $V_t = 1000 \cdot \gamma = 795 \text{ L}$

Volume absolu de ciment $V_c = C / \gamma_c = 364,00 / 3,01 = 120,93 \text{ L}$

Volume absolu des granulats $V_g = V_t - V_c = 674,07 \text{ L}$

III.2.1.10 Dosage pondéral des granulats

Tableau III.9 : Dosage pondéral des granulats

Designation de granulats	VG (%)	Volume totale de Granulat (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (kg/m ³)	Dosage de classe granulaire (kg)
Ciment			120,93	3,01	364,00
Eau			198,80	1,00	198,80
SC	0,46		310,07	2,61	809,29
G3/8	0,18	674,07	121,33	2,60	315,46
G8/15	0,36		242,67	2,66	645,49
Totale	1		993,80		2333,04
Densité théorique de béton					2,33

Tableau III.10 : dosage de la composition de 1m³ du projet1

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	7,9 8	7,9 8	7,3 2
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,6 6
Eau (l/m ³)	4,3 6	4,1 6	4,1 6
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 0	0,2 0
SD (kg)	13, 09	13, 09	13, 09
G3/8 (kg)	6,3 3	6,3 3	6,3 3
G8/15 (kg)	20, 24	20, 24	20, 24
G15/25 (kg)	0,0 0	0,0 0	0,0 0
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

Projet- 2- : BF Affaissement=3,6cm, **Dmax =25**

Voir le tableau III.4. Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:

G= 0,50

■ On a $C/E = (28,75/0,50 \cdot 48) + 0,5$ donc

C/E= 1,70

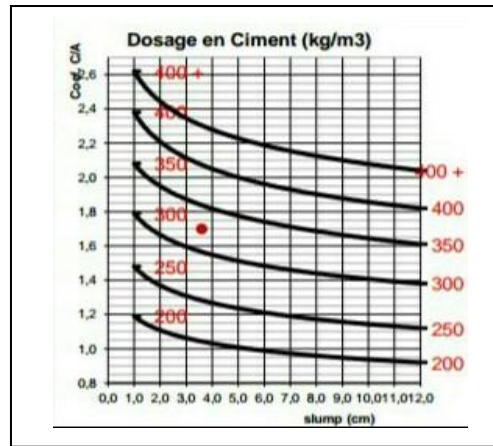


Figure III.3: Abaque 2 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm)

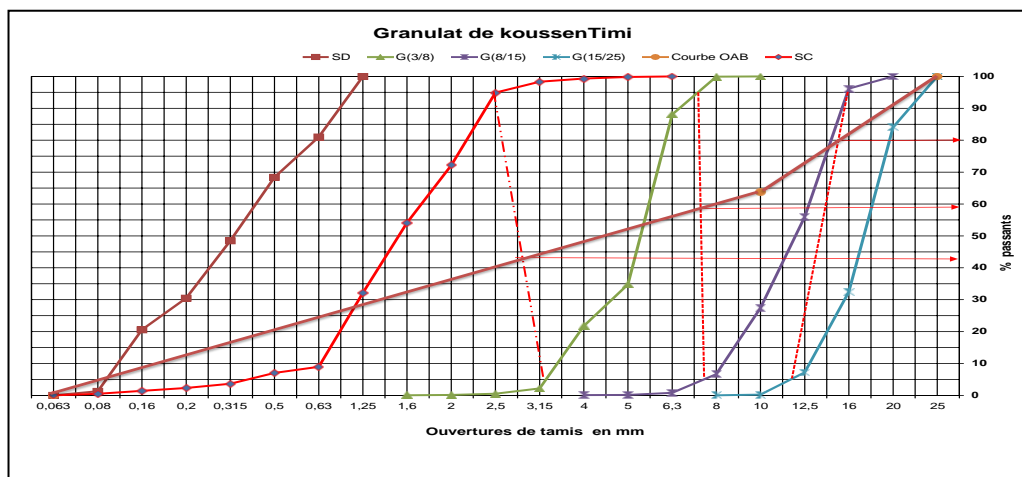


Figure III.4 : Courbe référence OAB. de béton ferme, (A=3,6cm)

Dosage en ciment (voir abaque2)	La projection de A=3,6 et C/E= 1,70 donc C=325kg/m ³		
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 325kg/m ³ donc E=191,41l/m ³		
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr=0 %		
Les points de courbe de référence	O	(0 ;0) cm	
	A	(10,50 ; 63,92) cm ; k=2 k _p = 9 k _s =7,2 (k=18,92)	
	B		
Pourcentage des granulats (voir le figure III.4)	SC %	0,42	
	G3/8%	0,16	1
	G8/15%	0,22	
	G15/25%	0,20	
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	γ=0,805	γ _{corrigé} = 0,805-0,01 =0,795	
Volume	Volume totale	V _t =1000* γ=805 L	
	Volume		

Volume absolu des compositions solides de béton (l)	de ciment	$V_c = C/\gamma_c = 325/3,01 = 107,973L$				
	Volume des granulats	$V_g = V_t - V_c = \mathbf{697,03 L}$				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Ciment			107,97	3,01	325,00
	Eau			191,41	1,00	191,41
	SC	0,42		292,75	2,61	764,08
	G3/8	0,16	697,03	111,52	2,60	289,96
	G8/15	0,22		153,35	2,66	407,90
	G15/25	0,20		139,41	2,65	369,42
	Totale	1		996,41		2347,78
			Densité	Théorique	De béton	2,35

Tableau III.11: Résultats de la formulation de béton projet 2 :

Tableau III.12: dosage de la composition de 1m³ du béton pour projet2.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	7,0 9	7,0 9	6,5 0
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,5 8
Eau (l/m ³)	4,1 7	4,0 0	4,0 0
Adjuvant (%)	0,0 0	0,1 8	0,1 8
SD (kg)	12, 66	12, 66	12, 66
G3/8 (kg)	6,5 0	6,5 0	6,5 0
G8/15 (kg)	10, 40	10, 40	10, 40
G15/25 (kg)	11, 19	11, 19	11, 19
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

III.2.2 : étude d'un béton plastique en (sable concasse).

Projet-3- BP A=7,5cm D=15mm

■ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:

$G = 0,45$

On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc

$C/E = 1,83$

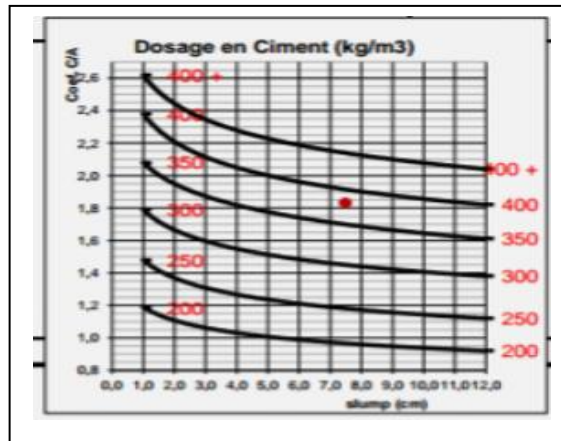


Figure III.5: Abaque 3 indiquant approximativement le dosage en ciment A=7,5cm

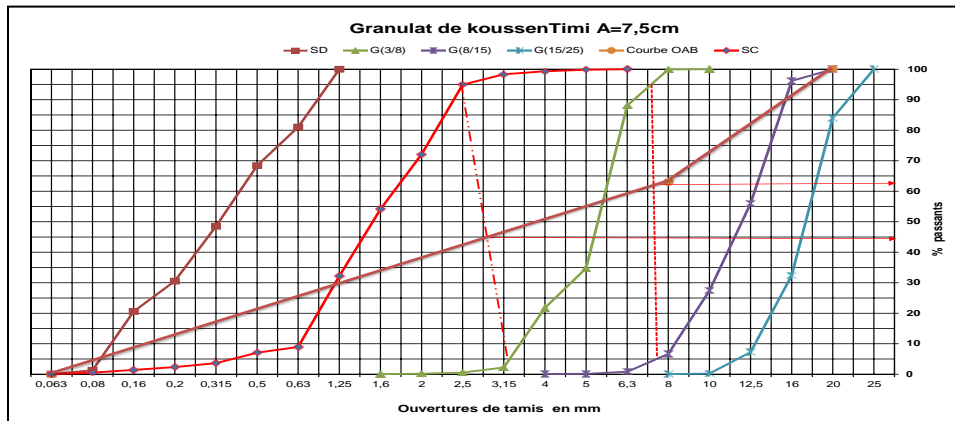


Figure III 6. : Courbe référence OAB de béton plastique, (A=7,5cm).

Tableau III.13: Résultats de la formulation de béton projet 3:

Dosage en ciment (abaque3)	La projection de A=7,5 et C/E= 1,83 donc C=325kg/m ³		
Dosage de l'eau	C/E= 1,83 C= 325kg/m ³ donc E=204,80 l/m ³		
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =15 corr = 4 % E _{cor} = 213 l/m ³ C _{cor} =390kg/ m ³ ;E/C=0,55		
Les pointes de courbe de référence	O	(0 ;0) cm	
	A	(7,5; 63,05) cm ; k=2 k _p = 9 k _s =3,82 (k=18,92)	
	B	(15 ; 100)	
Pourcentage des granulats (voir le figure III.6)	SC %	0,44	1
	G3/8%	0,24	
	G8/15%	0,32	
	G15/25%	/	
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	γ=0,795 γ _{corrigé} =0,795-0,01 = 0,785		

Volume absolu des compositions solides de béton(l)	Volume totale	$V_t=1000 \cdot \gamma=785 \text{ L}$				
	Volume de ciment	$V_c= C/\gamma_c=390/3,01=129,57 \text{ L}$				
	Volume des granulats	$V_g= V_t- V_c=665,43 \text{ L}$				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m^3)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			129,57	3,01	390,00
	Eau			213,00	1,00	213,00
	SC	0,44		292,79	2,61	764,18
	G3/8	0,24	665,43	159,70	2,60	415,23
	G8/15	0,32		212,94	2,66	566,42
	G15/25	/		/	/	/
	Totale	1		10008,00		2347,78
		Densité	Théorique	De béton	2,35	

Tableau III.14: Dosage de la composition de 1m^3 du projet 3

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m^3)	8,4 9	8,4 9	7,7 9
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,5 8
Eau (l/m^3)	4,6 3	4,4 2	4,4 2
Adjuvant (%)	0,0 0	0,1 8	0,1 8
SD (kg)	12, 45	12, 45	12, 45
G3/8 (kg)	6,5 9	6,5 9	6,5 9
G8/15 (kg)	19, 84	19, 84	19, 84
G15/25 (kg)	0	0	0
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

Projet- 4- BF A=7,5cm D=25mm

Voir le tableau III.2. Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:

G= 0,50

♦On a $C/E = (28,75/0,50 \cdot 48) + 0,5$ donc

C/E=1,70

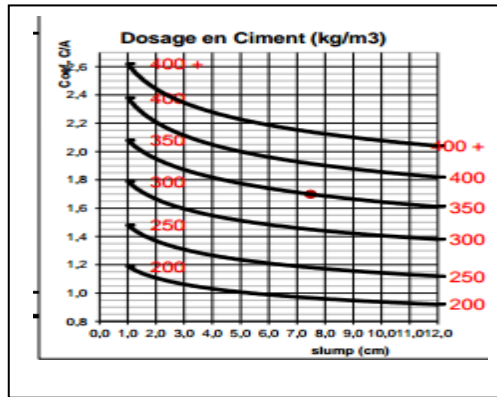


Figure III.7: Abaque 4 indiquant approximativement le dosage en ciment

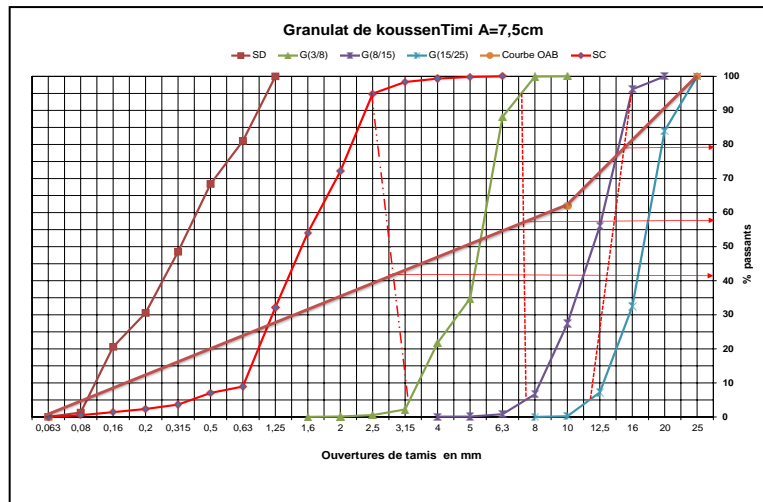


Figure III.8 : Courbe de référence OAB. de béton très plastique, (A=7,5cm).

Tableau III.15 : Résultats de la formulation de béton projet 4:

Dosage en ciment (voir l'abaque 4)	La projection de A=7,5 et C/E= 1,70 donc C=350 kg/m ³		
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 350 kg/m ³ donc E=206,13 l/m ³		
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr = 0 % E _{cor} = 206,13 l/m ³ C _{cor} =350 kg/ m ³		
Les points de courbe de référence	O	(0 ;0) cm	
	A	(10 ; 63,92) cm ; k=2 k _p = 9 k _s =3,82 (k'=18,92)	
	B	(25 ; 100)	
Pourcentage des granulats (voir le figure III.8)	SC %	0,41	1
	G3/8%	0,17	
	G8/15%	0,21	
Coefficient de compacité	γ=0, 805 γ _{corrigé} =0,805 -0,01 =0, 795		

(Voir le tableau III.8)						
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	$V_t = 1000 * \gamma = 795 \text{ L}$				
	Volume de ciment	$V_c = C/\gamma_c = 350/3,01 = 116,28 \text{ L}$				
	Volume des granulats	$V_g = V_t - V_c = \mathbf{688,72 \text{ L}}$				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			116,28	3,01	350
	Eau			206,13	1,00	206,13
	SC	0,41		282,38	2,61	737,00
	G3/8	0,17	665,43	117,08	2,60	304,41
	G8/15	0,21		144,63	2,66	384,72
	G15/25	0,21		144,63	/	383,27
	Totale	1		1011,13		2347,78
			Densité	Théorique	De béton	2,37

Tableau III.16: dosage de la composition de 1m³ du projet4.

Composant	Bt	Baj	Bad
Ciment (kg/m ³)	8,5 8	8,5 8	7,8 7
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,7 1
Eau (l/m ³)	5,0 5	4,8 4	4,8 4
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 1	0,2 1
SD (kg)	18, 07	18, 07	18, 07
G3/8 (kg)	7,4 6	7,4 6	7,4 6
G8/15 (kg)	9,4 3	9,4 3	9,4 3
G15/25 (kg)	9,4 0	9,4 0	9,4 0
Totale	58, 00	58, 00	58, 00

III.2.3 : étude d'un béton très plastique en (sable concasse).

Projet-5- BTP A=11,5 D=15mm

♦ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G: **G= 0.45**

On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc **C/E=1,83**

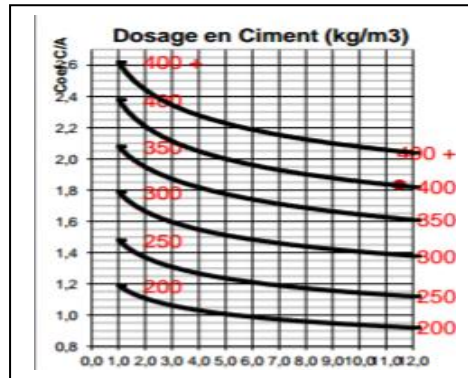


Figure III. 9: Abaque 5 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=11,5cm)

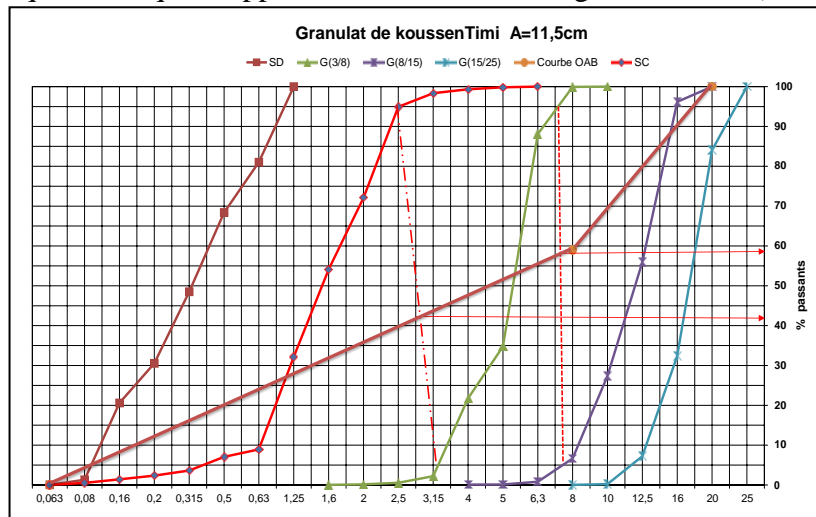


Figure III.10 : Courbe référence OAB. de béton très plastique, (A=11,5cm).

Dosage en ciment (abaque 5)	La projection de A=11,5 et C/E= 1,83 donc C=400 kg/m ³	
Dosage de l'eau	C/E= 1,83 C= 400 kg/m ³ donc E=218,46 l/m ³	
Correction de l'eau (voir le tableau III.3)	D _{max} =15 corr = 4 % E _{cor} = 227,20 l/m ³ C _{cor} = 416,00 kg/m ³ ; C/E=0,55	
Les points de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm
	A	(7,5 ; 59,05) cm ; k=0 k _p = 5 k _s =3,82 (k=12,92)
	B	(15 ; 100)
Pourcentage des granulats (voir le figure III.10)	SC %	0,42
	G3/8%	0,17
	G8/15%	0,41
	G15/25%	/

Coefficient de compacité (Voir le tableau III.4)	$\gamma=0,805$ $\gamma_{corrigé}=0,805 - 0,01 = 0,795$					
Volume absolu des compositions solides de béton	VOLUME totale	$V_t=1000 * \gamma=795 \text{ L}$				
	VOLUME de ciment	$V_c= C/\gamma_c=400/3,01= 138,21\text{L}$				
	VOLUME des granulats	$V_g= V_t- V_c=656,79 \text{ L}$				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	VOLUME totale des granulats (l)	VOLUME de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			138,21	3,01	416,00
	Eau			227,20	1,00	227,20
	SC	0,42		275,85	2,61	719,98
	G3/8	0,17	656,79	111,65	2,60	290,30
	G8/15	0,41		269,29	2,66	716,30
	G15/25	/		/	/	/
	Totale	1		1022,20		2369,78
		Densité	Théorique	De béton	2,35	

Tableau III.17 : Résultats de la formulation de béton projet 5:

Tableau III.18: dosage de la composition de 1m³ du projet5.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	9,6 5	9,6 5	8,8 6
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,8 0
Eau (l/m ³)	5,2 7	5,0 3	5,0 3
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 4	0,2 4
SD (kg)	16, 71	16, 71	16, 71
G3/8 (kg)	6,7 4	6,7 4	6,7 4
G8/15 (kg)	16, 62	16, 62	16, 62
G15/25 (kg)	0,0 0	0,0 0	0,0 0
Totale	55, 00	55, 00	55, 00

Projet -6- BTP A=11,5cm D=25mm

♦ Valeurs approximatives du coefficient granulaire G: (voir le tableau III.2).

G= 0,50

♦ On a $C/E = (28,75/0,50 \cdot 48) + 0,5$ donc

C/E=1,70

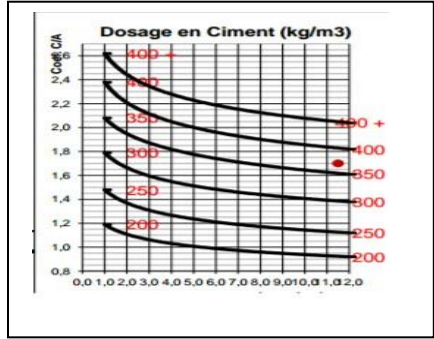


Figure III.11: Abaque 6 indiquant approximativement le dosage en ciment. (A=3,6cm)

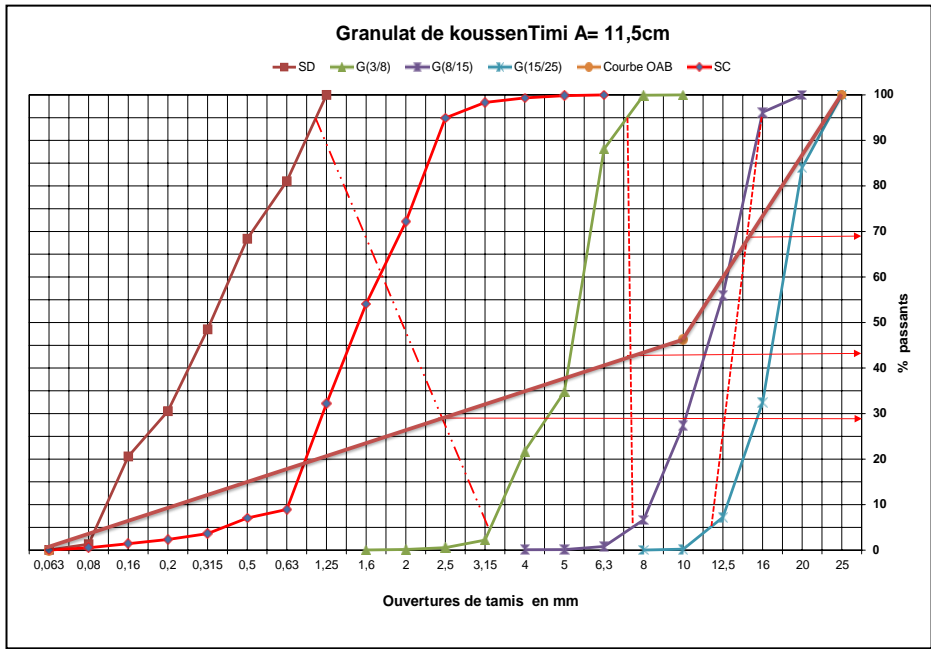


Figure III.12 : Courbe référence OAB. de béton tré plastique, (A=11,5cm).

Tableau III.19 : Résultats de la formulation de béton projet 6:

Dosage en ciment (voir le tableau III.2)	La projection de A=11,5 et C/E= 1,70 donc C=375 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 375 kg/m ³ donc E=220,86 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr = 0 % E _{cor} = 220,86 l/m ³ C _{cor} = 375 ,00 kg/m ³ ; C/E=0,59					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(10 ; 59,92) cm ; k=2 k _p = 5 k _s =3,82 (k =14,92)				
	B	(25 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.12)	SC %	0,40				
	G3/8%	0,15	1			
	G8/15%	0,23				
	G15/25%	0,22				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma = 0,805$ $\gamma_{corrigé} = 0,805 - 0,01 = 0,795$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	V _t =1000* γ =795 L				
	Volume de ciment	V _c = C/ γ_c =375/3,01= 124,58L				
	Volume des granulats	V _g = V _t - V _c = 680,42 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Ciment			124,58	3,01	375,00
	Eau			220,86	1,00	220,86
	SC	0,40		272,17	2,61	710,35
	G3/8	0,15	680,42	102,06	2,60	265,36
	G8/15	0,23		156,50	2,66	416,28
	G15/25	0,22		149,69	2,65	396,68
	Totale	1		1025,86		2384,53
		Densité	Théorique	De béton	2,38	

Tableau III.20: dosage de la composition de 1m³ du béton (sable concassé).

Corposant	Bt	Baj	Badd
Ciment (kg/m ³)	8,65	8,65	7,94
FS (%)	0,00	0,00	0,71
Eau (l/m ³)	5,09	4,88	4,88
Adjuvant (%)	0,00	0,22	0,22
SD (kg)	16,38	16,38	16,38
G3/8 (kg)	6,12	6,12	6,12
G8/15 (kg)	9,60	9,60	9,60
G15/25 (kg)	9,15	9,15	9,15
Totale	55,00	55,00	55,00

Partie II: formulation est base sur les graviers (3/8; 8/15; 15/25) et sable de dune.

Tableau III.21: Donnés de bases pour la formulation du Béton en Sable de dune

Doneness de base	Description (valeur)	Observation
Serrage	Vibration normale (courante).	Souhaitée
Ouvrabilité	Affaissement A= (3,6 ;7,5 ;11,5)cm	béton Ferme
Dimension maximale de granulat	Dmax= 15 mm ou Dmax=25	Calcule
Forme des granulats	Granulats concassés et roule	Constant
Qualité des granulats	Bonne (courante).	Determine
MF	1,87	Calcule
Ciment	Mv=3,01 g/ml	Determine
Sable Concassée	Mv =2,61 g/cm ³	Determine
Gravier 3/8(KOUSANE)	Mv =2,60 g/cm ³	Determine
Gravier 8/15(KOUSANE)	Mv =2,66g/cm ³	Determine
Gravier 15/25(KOUSANE)	Mv =2,65 g/cm ³	Determine

III.2.4 étude d'un béton ferme en sable de dune

Projet- 7- : BF A=3,6cm D=15mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G: voire le tableau III.2

G=0,45

■ On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc **C/E=1,83**

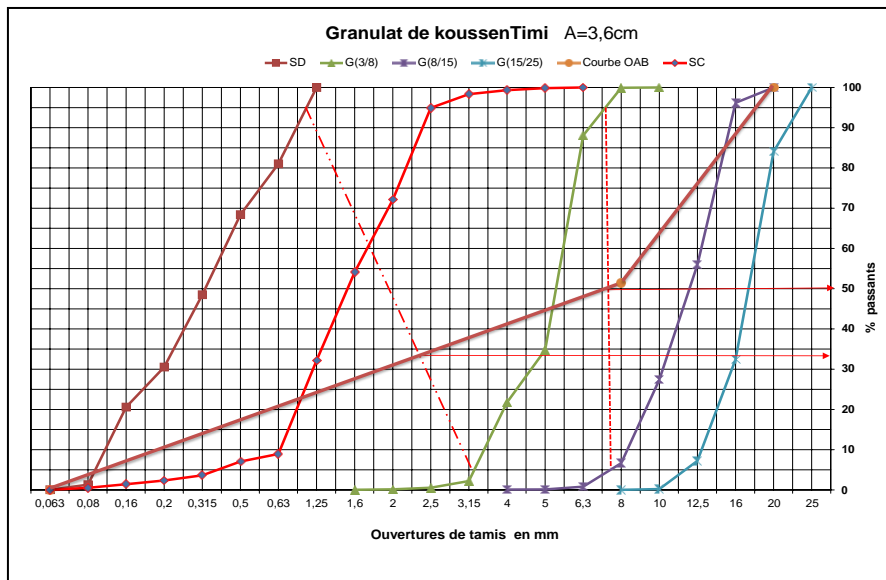


Figure III.13 : Courbe référence OAB. de béton ferme ,(A=3,6cm).

Tableau III.22 : Résultats de la formulation de béton projet 7:

Dosage en ciment (voir abaque 1)	La projection de A=3,6 et C/E= 1,83 donc C=350 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,83 C= 350 kg/m ³ donc E=191,15 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =15 corr = 4 % E _{cor} = 198,80 l/m ³ C _{cor} = 364,00 kg/m ³ ; C/E=0,55					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(7,5 ; 51,35) cm ; k=0 k _p = 9 k _s =-3,80 (k=5,22)				
	B	(15 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.13)	SC %	0,34				
	G3/8%	0,16	1			
	G8/15%	0,50				
	G15/25%	/				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,815$ $\gamma_{corrigé}=0,815 -0,01 =0,805$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	V _t =1000* γ =805 L				
	Volume de ciment	V _c = C/ γ_c =364/3,01=120,93L				
	Volume des granulats	V _g = V _t - V _c = 694,07 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Ciment			129,93	3,01	364,00
	Eau			198,80	1,00	198,80
	SC	0,34		235,98	2,61	597,04
	G3/8	0,16	694,07	111,05	2,60	288,73
	G8/15	0,50		347,03	2,66	923,11
	G15/25	/		/	2,65	/
	Totale	1		1013,80		2371,68
		Densité	Théorique	De béton	2,37	

Tableau III.23: dosage de la composition de 1m³ du 7.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	7,9 8	7,9 8	7,3 2
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,6 6
Eau (l/m ³)	4,3 6	4,1 6	4,1 6
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 0	0,2 0
SD (kg)	13, 09	13, 09	13, 09
G3/8 (kg)	6,3 3	6,3 3	6,3 3
G8/15 (kg)	20, 24	20, 24	20, 24
G15/25 (kg)	0,0 0	0,0 0	0,0 0
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

Projet -8- BF A=3,6cm D=25mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:(voire le tableau III.2)

G=0,50

■ On a C/E = (28 ,75/0,45 . 48) +0,5 donc

C/E=1,70

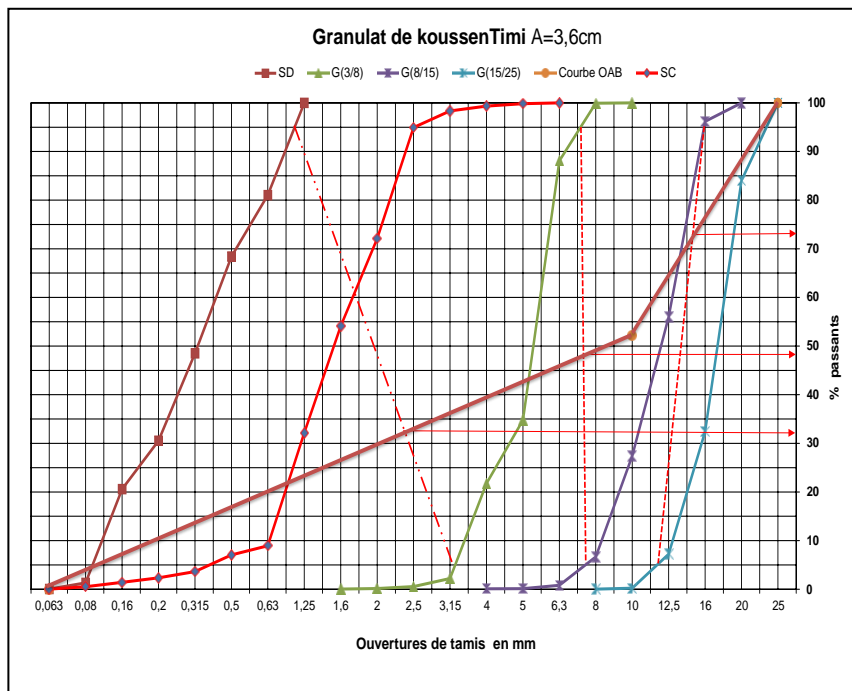


Figure III.14: Courbe référence OAB. de béton ferme (A=3,6cm).

Tableau III.24 : Résultats de la formulation de béton projet 8:

Dosage en ciment (voir abaque 2)	La projection de A=3,6 et C/E= 1,70 donc C=325 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 325 kg/m ³ donc E=191,41 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr = 0 % E _{cor} = 191,41 l/m ³ C _{cor} = 325,00 kg/m ³ ; C/E=0,59					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(10,5 ; 52,20) cm ; k=2 k _p = 9 k _s =-3,80 (k=7,20)				
	B	(25 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.14)	SC %	0,32				
	G3/8%	0,16	1			
	G8/15%	0,25				
	G15/25%	0,27				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,825$ $\gamma_{corrigé}=0,825 -0,01 =0,815$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	Vt=1000* γ =815 L				
	Volume de ciment	Vc= C/ γ_c =325/3,01=107,97L				
	Volume des granulats	Vg= Vt- Vc= 717,03 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			107,97	3,01	325,00
	Eau			191,41	1,00	191,41
	SC	0,32		229,45	2,61	580,50
	G3/8	0,16	717,03	114,72	2,60	298,28
	G8/15	0,25		179,26	2,66	476,82
	G15/25	0,27		193,60	2,65	513,03
	Totale	1		1016,41		2385,05
			Densité	Théorique	De béton	2,39

Tableau III.25: dosage de la composition de 1m³du béton de projet8

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	7,0 9	7,0 9	6,5 0
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,5 8
Eau (l/m ³)	4,1 7	4,0 0	4,0 0
Adjuvant (%)	0,0 0	0,1 8	0,1 8
SD (kg)	12, 66	12, 66	12, 66
G3/8 (kg)	6,5 0	6,5 0	6,5 0
G8/15 (kg)	10, 40	10, 40	10, 40
G15/25 (kg)	11, 19	11, 19	11, 19
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

III.2.5 : étude d'un béton plastique en (sable de dune).

Projet -9- BP A=7,5cm D=15mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:(voire le tableau III.2)

0,45

■ On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc

C/E=1,83

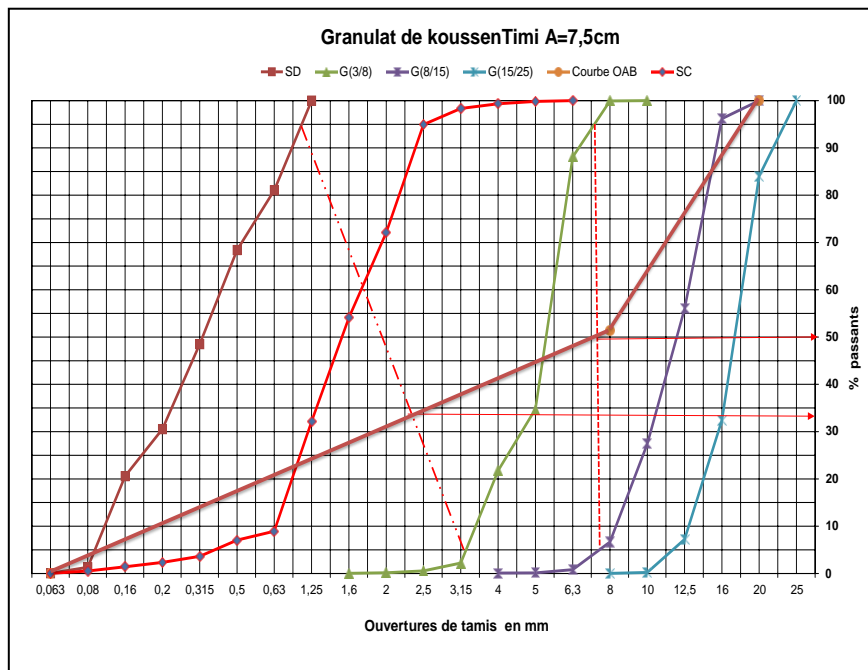


Figure III.15. : Courbe référence OAB. de béton plastique , (A=7,5cm).

Dosage en ciment (voir abaque 3)	La projection de A=7,5 et C/E= 1,83 donc C=375 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,83 C= 375 kg/m ³ donc E=204,80 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =15 corr = 4 % E _{cor} = 213,00 l/m ³ C _{cor} = 390,00 kg/m ³ ; C/E=0,55					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(7,5 ; 51,33) cm ; k=2 k _p = 7 k _s =-3,80 (k'=5,20)				
	B	(15 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.15)	SC %	0,33				
	G3/8%	0,17	1			
	G8/15%	0,50				
	G15/25%	/				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,815$ $\gamma_{corrigé}=0,815 -0,01 =0,805$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	Vt=1000* $\gamma=805$ L				
	Volume de ciment	Vc= C/ $\gamma_c=390/3,01=129,57$ L				
	Volume des granulats	Vg= Vt- Vc= 685,43L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Ciment			129,57	3,01	390,00
	Eau			213,00	1,00	213,00
	SC	0,33		226,19	2,61	572,7
	G3/8	0,17	685,43	159,70	2,60	302,96
	G8/15	0,50		342,72	2,66	566,42
	G15/25	/		/	2,65	/
	Totale	1		1028,00		2389,85
		Densité	Théorique	De béton	2,39	

Tableau III.26 : Résultats de la formulation de béton projet 9:

Tableau III.27: dosage de la composition de 1m³du projet9.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	8,4 9	8,4 9	7,7 9
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,5 8
Eau (l/m ³)	4,6 3	4,4 2	4,4 2
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 1	0,2 1
SD (kg)	12, 45	12, 45	12, 45
G3/8 (kg)	6,5 9	6,5 9	6,5 9
G8/15 (kg)	19, 84	19, 84	19, 84
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

Projet -10- BP A=7,5cm D=25mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:(voire le tableau III.2)

0,50

■ On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc

C/E=1,70

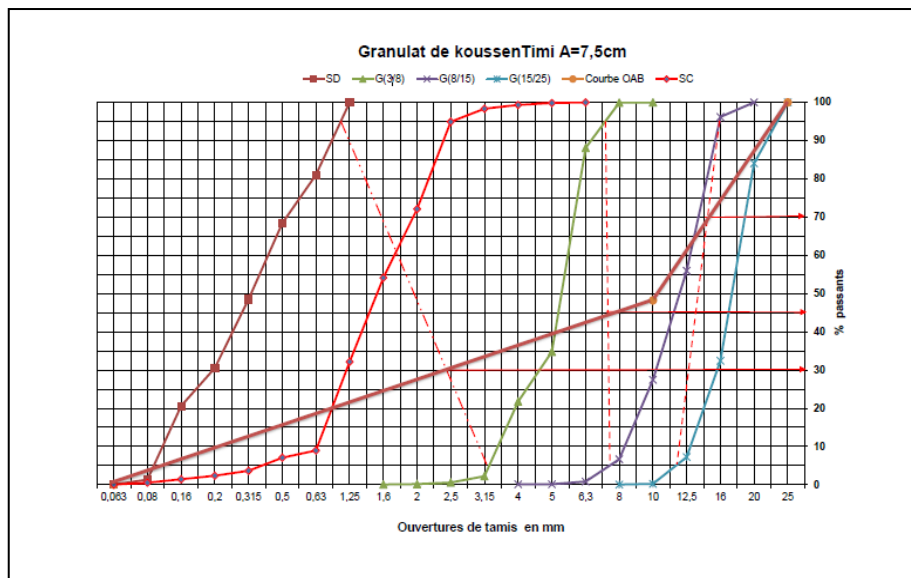


Figure III.16 : Courbe référence OAB. de béton plastique, (A=7,5cm).

Tableau III.28: Résultats de la formulation de béton projet 10:

Dosage en ciment (voir abaque 4)	La projection de A=7,5 et C/E= 1,70 donc C=350 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 350 kg/m ³ donc E=206,13 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr = 0 % E _{cor} = 206,13 l/m ³ C _{cor} =350 kg/ m ³					
Les pointes de courbe de référence	O	(0 ;0) cm				
	A	(10 ; 48,20) cm ; k=0 k _p = 7 k _s =-3,80 (k=3,20)				
	B	(25 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.16)	SC %	0,30				
	G3/8%	0,15	1			
	G8/15%	0,25				
	G15/25%	0,30				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,825$ $\gamma_{corrigé}=0,805 -0,01 =0,815$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	Vt=1000* $\gamma=815$ L				
	Volume de ciment	Vc= C/ $\gamma_c=350/3,01=116,28$ L				
	Volume des granulats	Vg= Vt- Vc= 708,72 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			116,28	3,01	350
	Eau			206,13	1,00	206,13
	SC	0,30		212,62	2,61	537,92
	G3/8	0,15	708,72	106,31	2,60	276,40
	G8/15	0,25		177,18	2,66	471,30
	G15/25	0,30		212,62	2,65	563,43
	Totale	1		1031,13		2405,19
		Densité	Théorique	De béton	2,41	

Tableau III.29: dosage de la composition de 1m³du projet 10

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	7,5 7	7,5 7	6,9 4
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,6 2
Eau (l/m ³)	4,4 6	4,2 7	4,2 7
Adjuvant (%)	0,0 0	0,1 9	0,1 9
SD (kg)	11, 63	11, 63	11, 63
G3/8 (kg)	5,9 8	5,9 8	5,9 8
G8/15 (kg)	10, 19	10, 19	10, 19
G15/25 (kg)	12, 18	12, 18	12, 18
Totale	52, 00	52, 00	52, 00

III.2.6 : étude d'un béton très plastique en (sable de dune).

Projet -11- BTP A=11,5cm D=15mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:(voire le tableau III.2)

G=0,45

■ On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc

C/E=1,83

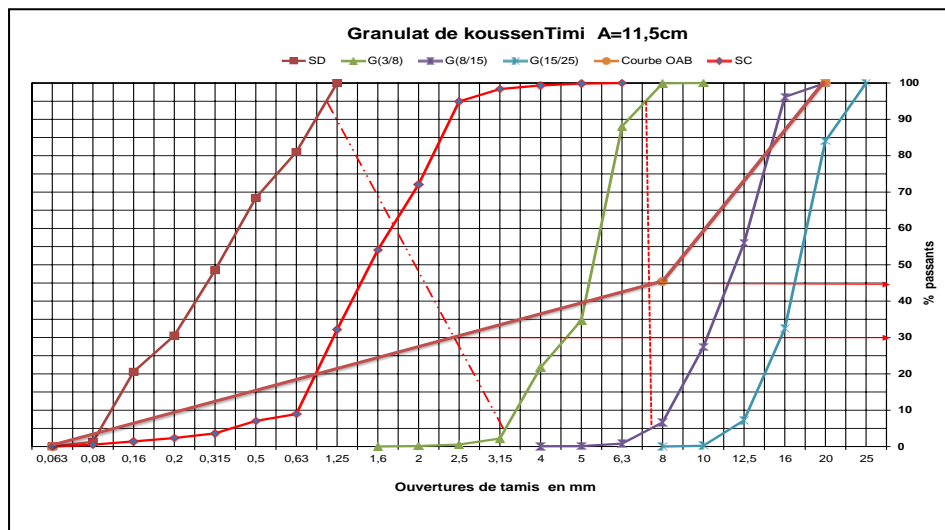


Figure III.17 : Courbe référence OAB. de béton très plastique (A= 11,5cm).

Dosage en ciment (voir abaque 5)	La projection de A=11,5 et C/E= 1,83 donc C=400 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,83 C= 400 kg/m ³ donc E=218,46 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =15 corr = 4 % E _{cor} = 227,20 l/m ³ C _{cor} = 416,00 kg/m ³ ; C/E=0,55					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(7,5 ; 45,33) cm ; k=-2 k _p = 5 k _s =-3,80 (k =-0,80)				
	B	(15 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.17)	SC %	0,30				
	G3/8%	0,14	1			
	G8/15%	0,56				
	G15/25%	/				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,815$ $\gamma_{corrigé}=0,805 -0,01 =0,805$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	Vt=1000* $\gamma=805$ L				
	Volume de ciment	Vc= C/ $\gamma_c=400/3,01= 132,21$ L				
	Volume des granulats	Vg= Vt- Vc= 676,79 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Ciment			138,21	3,01	416,00
	Eau			227,20	1,00	227,20
	SC	0,30		203,04	2,61	513,69
	G3/8	0,14	676,79	94,75	2,60	246,35
	G8/15	0,56		379,00	2,66	1008,15
	G15/25	/		/	/	/
	Totale	1		1042,20		2411,39
		Densité	Théorique	De béton	2,41	

Tableau III.30: Résultats de la formulation de béton projet 11:

Tableau III:31 : dosage de la composition de 1m³ du projet 11.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	9,6 5	9,6 5	8,8 6
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,8 0
Eau (l/m ³)	5,2 7	5,0 3	5,0 3
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 4	0,2 4
SD (kg)	16, 71	16, 71	16, 71
G3/8 (kg)	6,7 4	6,7 4	6,7 4
G8/15 (kg)	16, 62	16, 62	16, 62
G15/25 (kg)	0,0 0	0,0 0	0,0 0
Totale	55, 00	55, 00	55, 00

Projet -12- BTP A=11,5cm D=25mm

Valeurs approximatives du coefficient granulaire G:(voire le tableau III.2)

G=0,50

■ On a C/E = (28 ,75/0,45. 48) +0,5 donc

C/E=1,70

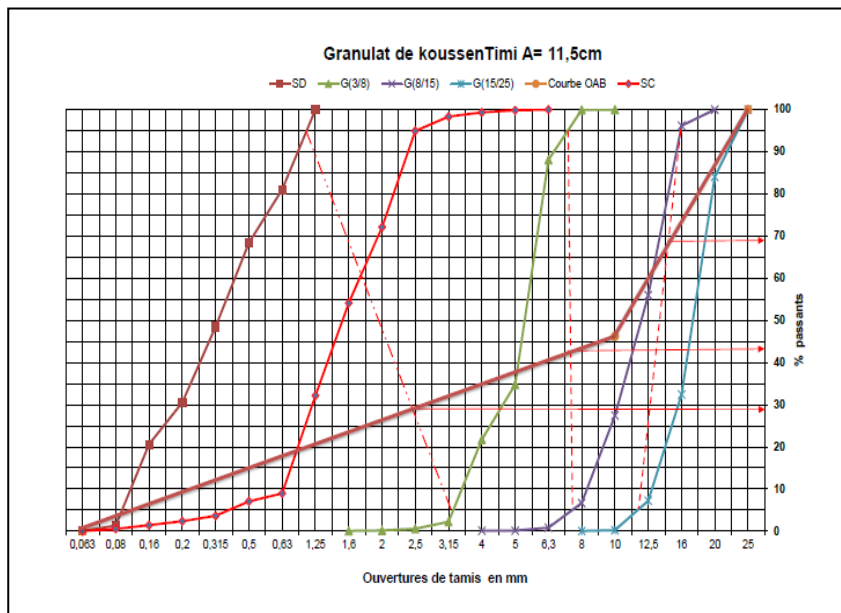


Figure III.18 : Courbe référence OAB. de béton trempé plastique ,(A=11,5cm).

Tableau III.32 : Résultats de la formulation de béton projet 12:

Dosage en ciment (voir la baque 6)	La projection de A=11,5 et C/E= 1,70 donc C=375 kg/m ³					
Dosage de l'eau	C/E= 1,70 C= 375 kg/m ³ donc E=220,86 l/m ³					
Correction de l'eau (voir le tableau III.5)	D _{max} =25 corr = 0 % E _{cor} = 220,86 l/m ³ C _{cor} = 375 ,00 kg/m ³ ; C/E=0,59					
Les pointes de courbe de référence	O	(0,063 ;0) cm				
	A	(10,5 ; 59,92) cm ; k= 0 k _p = 5 k _s =-3,80 (k=1,20)				
	B	(25 ; 100)				
Pourcentage des granulats (voir le figure III.18)	SC %	0,29				
	G3/8%	0,14	1			
	G8/15%	0,26				
	G15/25%	0,31				
Coefficient de compacité (Voir le tableau III.8)	$\gamma=0,825$ $\gamma_{corrigé}=0,805 -0,01 =0,815$					
Volume absolu des compositions solides de béton	Volume totale	Vt=1000* γ =815 L				
	Volume de ciment	Vc= C/ γ_c =375/3,01= 124,58L				
	Volume des granulats	Vg= Vt- Vc= 700,42 L				
Dosage pondérale des granulats de béton		Vg%	Volume totale des granulats (l)	Volume de class (l)	Masse volumique (Kg/m ³)	Dosage de class granulaire (kg)
	Cimente			124,58	3,01	375,00
	Eau			220,86	1,00	220,86
	SC	0,29		203,12	2,61	513,89
	G3/8	0,14	700,42	98,06	2,60	254,95
	G8/15	0,26		182,11	2,66	484,41
	G15/25	0,31		217,13	2,65	575,39
	Totale	1		1045,86		2424,50
			Densité	Théorique	De béton	2,42

Tableau III.33: dosage de la composition de 1m³ du projet 12.

Composant	Bt	Ba j	Ba dd
Ciment (kg/m ³)	8,0 4	8,0 4	7,3 8
FS (%)	0,0 0	0,0 0	0,6 6
Eau (l/m ³)	4,7 4	4,5 4	4,5 4
Adjuvant (%)	0,0 0	0,2 0	0,2 0
SD (kg)	11, 02	11, 02	11, 02
G3/8 (kg)	5,4 7	5,4 7	5,4 7
G8/15 (kg)	10, 39	10, 39	10, 39
G15/25 (kg)	12, 34	12, 34	12, 34
Total	52, 00	52, 00	52, 00

III.3 mise en œuvre de béton:

L'essai sur le béton à l'état frais au niveau du laboratoire département ST spécialité en génie civil à l'université d'Adrar.

III.3.1 Le malaxage de déroule par étapes :

Pour obtenir une pâte homogène du béton, les étapes de malaxage doivent être les suivant: premièrement on prend la température du lieu (laboratoire), et on met la bétonnière de l'laboratoire à axe incliné et en la mise en marche, le sable et les trois classe de gravier sont déjà introduit dans la bétonnière, pour l'homogénéiser pendant environ 30 s, quand elle est en train de tourner, on verse 1/2 à 2/3 de l'eau nécessaire à la gâchée, et on laisse tourner quelques secondes pour qu'il soit bien mouillé, après on ajoute le ciment qui va se délayer dans l'eau et se réparti uniformément autour des grains de gravier, on mélange l'adjuvant plastifiants avec l'eau restant est ensuite l' introduire dans le malaxeur .et on le laisse quelques minutes pour assurer un bonne répartition des constituants et on le surveille jusqu'à ce qu'il devient un mélange homogène. On arrête enfin le malaxeur et on commence les essais à l'état frais immédiatement



Figure III. 19 : Préparation de béton ordinaire et béton malaxé

III.3.2. Moulage des éprouvettes :

Après malaxage, les moules prismatiques sont remplies de la manière suivante:

En premier lieu les moules doivent être graissés soit l'éprouvettes cylindrique (16x32) moules doivent être remplis avec une vibration soit courante ou piquage (condition) On arase et on lisse la surface de l'éprouvette.



Figure 20 : mis en place par piquage **Figure 21 :** Moulage des éprouvettes

III.3.3 Conservation des éprouvettes :

Nous avons après le gâchage de béton et romble le éprouvettes après 24h .et démoules l'éprouvettes et conservation Les éprouvettes totalement immergées dans l'eau a 28 jour. Jusqu'à leur test. Conformément à la norme (NA 426).



Figure 22 : Démoulage des éprouvettes après 24h

III.4 propriétés des différents types de béton a l'état frais :

Lors de la fabrication, la caractérisation de matériau composition de béton des est nécessaire. Cela consiste à connaître leur comportement à l'état frais à partir de tests simples et reproductibles. Les principaux tests réalisés ont pour objectif de vérifier rapidement la fluidité du matériau.

III.4.1 La masse volumique du béton à l'état frais : norme (EN 12350-6)

On mesure la masse volumique du béton frais à l'aide d'un récipient étanche à l'eau et suffisamment rigide. Le béton est mis en place dans le récipient et vibré à l'aide d'une aiguille vibrante, une table vibrante ou un serrage manuel en utilisant une barre ou tige de piquage, après un arasement approprié.



Figure III.23: Essai de la masse volumique du béton

III.4.2 L'essai d'affaissement au cône D'Abrams: norme EN (12350-21)

L'essai le plus courant permettant de caractériser la mobilité en milieu confiné. car le plus facile à mettre en œuvre, est l'essai d'étalement réalisé à l'aide d'un cône (cône d'Abrams).

L'objet de l'essai consiste à mesurer la hauteur d'affaissement d'un volume tronconique de béton frais lorsque le cône est soulevé verticalement, l'affaissement du béton permet de mesurer sa consistance.



Figure III.24 : L'essai d'affaissement au cône D'Abrams.

III.4.3 L'ouvrabilité du Béton :

III.4.3.1 Mesure de l'étalement à la table vibrante : norme (EN 2063).

L'essai d'étalement à la table vibrante est un essai réalisé sur le béton frais a la table vibration. Confirme la norme (NF EN 2063) classe l'étalement du béton en six groupes.

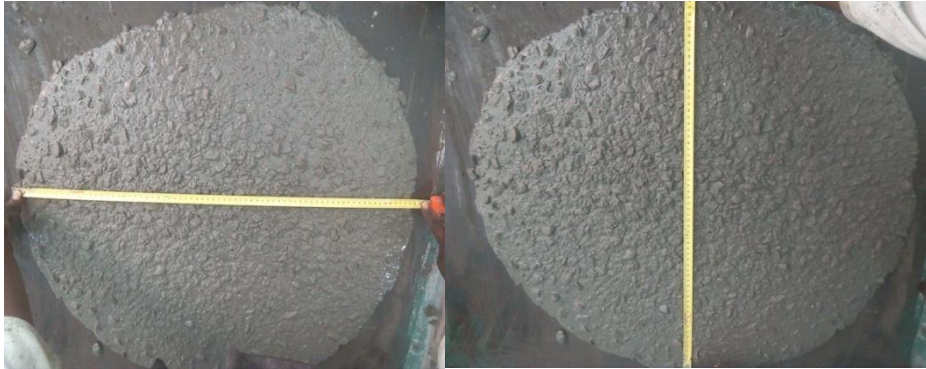


Figure III.25: L'essai mesure de l'étalement à la table vibrante.

III.5 propriétés du béton l'état durci :

L'étude du comportement du béton à l'état durci testé la performance de durabilité et résistance mécanique ou niveau du laboratoire « L .T.P.S»

«L.T.P.S» : Laboratoire Travaux Publique du Sud.

III.5.1 Résistance mécanique à la compression à 28 jours non destructifs.

III.5.1.1. Mesure la résistance mécanique avec scléromètre : norme (NF EN 13791).

L'essai au scléromètre est une méthode non destructive qui permet d'estimer la résistance du béton. Cet essai est simple et rapide à mettre en œuvre et permet d'avoir une meilleure représentativité de la qualité de l'ensemble de l'ouvrage. Il permet de donner des informations qualitatives directes et d'optimiser l'implantation du ou des sondages carottés
Chaque éprouvette Nous choisissons 12 lectures et Calculer la moyenne.



Figure III.26: scléromètre.[3]

III.5.2 Résistance mécanique à la compression de 28 jours destructifs :

III.5.2.1 Résistance à la compression : Norme (EN 12390-4)

Le principe de l'essai est de soumettre une éprouvette cylindrique (16x32) est une force croissante de La machine d'essai et constante jusqu'à rupture de celle ci afin de déterminer sa résistance à la compression.

Par définition, la contrainte un axial est la force divisée par la surface

$$\sigma_c = p/s \quad (\text{KN/cm}^2)$$

P: est la charge appliquée en KN

S : la surface de la section transversale en cm^2



Figure III.27 : Machine essais écrasement dan laboratoire LTPS

III.6 résultats final des projets :

III.6.1 partie de sable concassée :

III.6.1.1 L'état de béton ferme de l'affaissement A=3,6cm

Projet 01:

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	0,8	1	3,2
		Etalement	57	48	52
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,34	2,35	2,37
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,33	2,32	2,32
	Rc28j (MPa)	Destructifs	25,95	22,11	25,85
		Non Destructifs	28,47	23,79	28,1

Tableau III.34 : Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durci en $D_{max} = 15\text{mm}$, A=3,6, SC.

Projet 02:**Tableau III.35 :** Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durci en D_{max} 25mm, A=3.6, SC.

Etat de Béton		Caractéristiques	B_t	$B_{a_{dj}}$	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	1	0,9	0,4
		Etalement	45,31	49,5	50,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,32	2,18	2,30
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,31	2,50	2,26
	Rc28j (MPa)	destructifs	29,68	25,07	20,78
		Non destructifs	33,23	25,8	22,77

III.6.1.2 L'état de béton plastique de l'affaissement A=7,5cm**Projet 03:****Tableau III.36 :** Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durci en D_{max} 15mm, A=7, 5, SC.

Etat de Béton		Caractéristiques	B_t	$B_{a_{dj}}$	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	6,9	5	4,1
		Etalement	53,5	59	59,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,40	2,36	2,33
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,23	2,31	2,31
	Rc28j (MPa)	Destructifs	21,12	26,21	21,60
		Non Destructifs	29,6	33,2	21,60

Projet 04:**Tableau III.37 :** Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durci en $D_{\max}=25\text{mm}$, $A=7,5$, SC.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité é (cm)	Affaissement R	1,3	4,8	4,2
		Etalement	57	60	58,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,04	2,34	2,33
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,26	2,30	2,24
	Rc28j (MPa)	destructifs	22,2 1	29,6 0	17,7 2
		Non Destructifs	21,13	32	29,7 0

III.6.1.3 L'état de béton très plastique de l'affaissement $A=11,5\text{cm}$ **Projet 05:****Tableau III.38 :** Caractéristiques de béton très plastique à l'état frais et durci en $D_{\max}=15\text{mm}$, $A=11,5$, SC.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	2,8	2,8	2,6
		Etalement	56	73,2 5	68,7 5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,36	2,36	2,37
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,28	2,26	2,31
	Rc28j (MPa)	Destructifs	30,95	33,2 0	28,4 7
		Non Destructifs	28,87	30,2 7	28,8

Projet 6:**Tableau III.39 :** Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frais et durci en $D_{\max}=25\text{mm}$, $A=11,5$, SC.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	7,3	10	6,7
		Etalement	63,5	75,5	68,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,41	2,39	2,31
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,31	2,36	2,35
	Rc28j (MPa)	destructifs	31,28	36,62	26
		Non Destructifs	29,9	32,9	36,95

III.6.2 partie de sable de dune :**III.6.2.1 L'état de béton ferme de l'affaissement $A=3,6\text{cm}$** **Projet 07:****Tableau III.40 :** Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durci en $D_{\max}=15\text{mm}$, $A=3,6$, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	9,2	10,5	10
		Etalement	68,75	66,25	60,75
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,36	2,42	2,43
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,38	2,38	2,29
	Rc28j (MPa)	destructifs	21,17	37,36	30,72
		Non Destructifs	28,75	32	30,7

Projet 08:**Tableau III.41 :** Caractéristiques de béton ferme à l'état frais et durci en $D_{\max}=25\text{mm}$, $A=3,6$, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	1,6	11,9	12,9
		Etalement	61	86,25	80,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,43	2,16	2,41
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,33	2,31	2,46
	Rc28j (MPa)	destructifs	33,16	30,91	33,05
		Non Destructifs	33,75	39,8	33,2

III.6.2.2 L'état de béton plastique de l'affaissement A=7,5cm

Projet 09 :

Tableau III.42 : Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durci en D_{max} 25mm, A=7.5, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité é (cm)	Affaissement R	6,7	20,5	11
		Etalement	66	83,5	72
	Densité (g/cm ³)	Réale	2,41	2,47	2,38
Durci	Densité (g/cm ³)	Réale	2,42	2,47	2,28
	Rc28j (MPa)	destructifs	29,68	48,67	34,14
		Non Destructifs	40,83	37,45	32,5

Projet 10:

Tableau III.43: Caractéristiques de béton plastique à l'état frais et durci en D_{max} =25mm, A=7,5, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité é (cm)	Affaissement R	4,2	16,5	21
		Etalement	69,5	83,5	56
	Densité (g/cm ³)	Réale	2,52	2,48	2,41
Durci	Densité (g/cm ³)	Réale	2,24	2,27	2,20
	Rc28j (MPa)	destructifs	23,02	33,68	31,32
		Non Destructifs	37,85	24,9	30,95

III.6.2.3 L'état de béton très plastique de l'affaissement A=11,5cm

Projet 11 :

Tableau III.44 : Caractéristiques de béton très plastique à l'état frais et durci en D_{max} =15mm, A=11,5, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	18,7	21,3	19,5
		Etalement	85,5	70,5	71,5
	Densité (g/cm ³)	Réale	2,48	2,33	2,45
Durci	Densité (g/cm ³)	Réale	2,46	2,41	2,32
	Rc28j (MPa)	Destructifs	21,21	29,45	28,36
		Non Destructifs	36,55	35,05	23,9

Projet 12:**Tableau III.45 :** Caractéristiques de béton tré plastique à l'état frai et durci en $D_{\max}=25\text{mm}$, $A=11,5$, SD.

Etat de Béton	Caractéristiques		B_t	B_{adj}	B_{add}
Frais	Ouvrabilité (cm)	Affaissement R	15	17	16
		Etalement	76	81,5	74,5
	Densité (g/cm^3)	Réale	2,42	2,41	2,37
Durci	Densité (g/cm^3)	Réale	2,22	2,25	2,22
	Rc28j (MPa)	Destructifs	20, 78	32,7 1	24,2 3
		Non Destructifs	28,35	32,4	30,7

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons utilisé la méthode de Dreux Gorisse pour préparer des bétons à base des matériaux locaux, cela suivant un programme sus indiqué, ainsi que la détermination de la composition d'un mètre de cube de chaque bétons (partie I et partie II).

Par ailleurs, nous avons réalisé des essais d'ouvrabilité et des essais d'étalement sur les bétons étudiés, ainsi que la résistance mécanique à 28 jours (non destructifs et destructifs).

Cependant, le présent chapitre regroupe les résultats des essais sur le béton frais et le béton durci.

CHAPITRE IV
RESULTATS ET DISCUSSIONS

Introduction

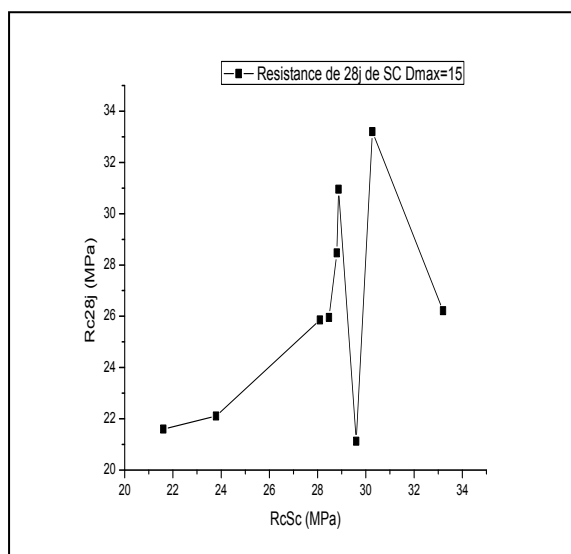
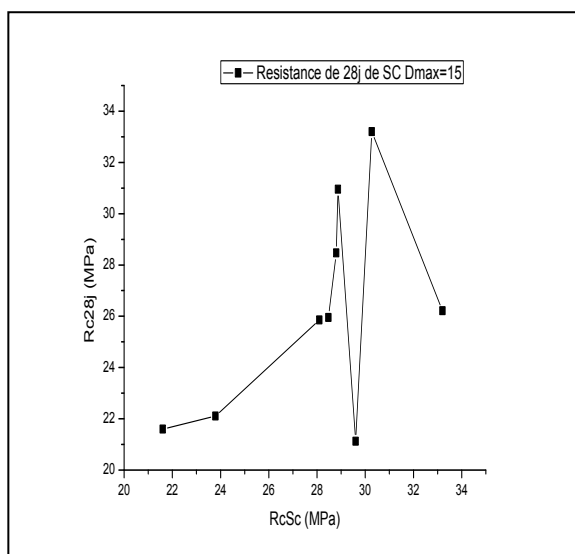
La résistance mécanique des bétons dépend de plusieurs facteurs à savoir : la qualité des granulats, le type de ciment, le rapport E/C...etc. Le travail présenté dans ce chapitre nous présentons les graphes de résistance en fonction des plusieurs paramètre (E/C, G/S, la densité affaissement et étalement) a pour objectif de caractériser expérimentalement l'influence de la ce paramètre sur la résistance mécanique du béton ordinaire. Le comportement de ce dernier sera étudié par des essais de résistance à la compression.

Nous allons interpréter les résultats obtenus de l'essai de la compression, ainsi qu'une comparaison entre les données trouvées de chaque mélange.

Validation des résultats expérimentale de résistance à la compression à 28jour

Tableaux IV. 1: Résistance mécanique de sable concassé(Dmax 15mm)

	BF			BP			PTP		
Caractéristique	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd
Rc28j	25,95	22,11	25,85	21,60	26,21	21,12	28,47	33,20	30,95
RcCal	25,96	22,12	25,86	21,61	26,23	21,15	28,48	33,21	30,97
RcSc	28,47	23,79	28,1	21,60	33,20	29,60	28,80	30,27	28,87



Figur IV. 1: Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , Dmax 15mm)

Tableaux IV. 2:Résistance mécanique sable concassé(Dmax= 25mm)

	BF			BP			PTP		
Caractéristique	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd
Rc28j	29,68	25,07	20,78	17,72	29,60	22,21	26,00	36,62	31,28
RcCal	29,70	25,08	20,81	17,73	29,59	22,22	26,02	36,62	31,30
RSc	33,23	25,8	22,77	29,7	32	21,13	36,95	32,9	29,90

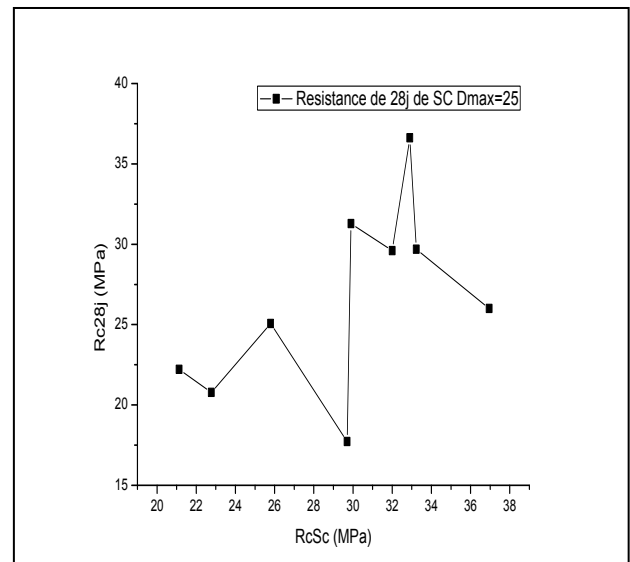
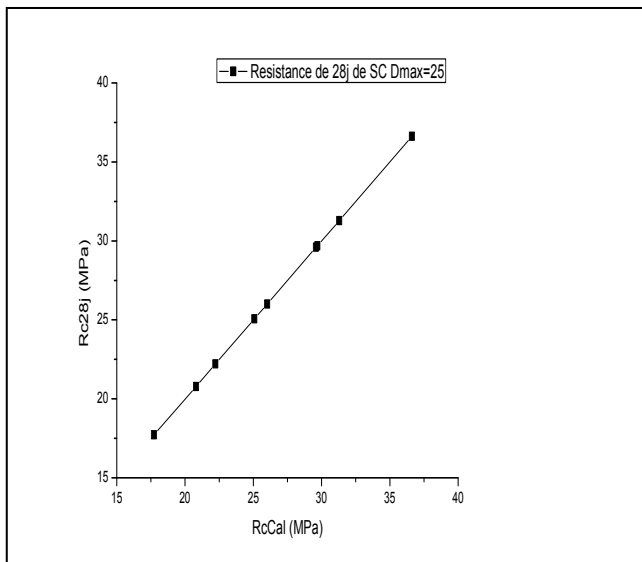


Figure IV.2:Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , Dmax 25mm)

Tableaux IV. 3:Résistance mécanique sable de dune Dmax 15mm

	BF			BP			PTP		
Caractéristique	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd
Rbmcs	21,17	37,36	30,72	29,68	48,62	34,12	21,21	29,44	28,36
Rbcal	21,18	37,38	30,74	30,50	48,67	34,13	21,21	30,78	28,37
Rbsc	28,75	32	30,7	40,83	37,45	32,50	36,55	35,05	23,90

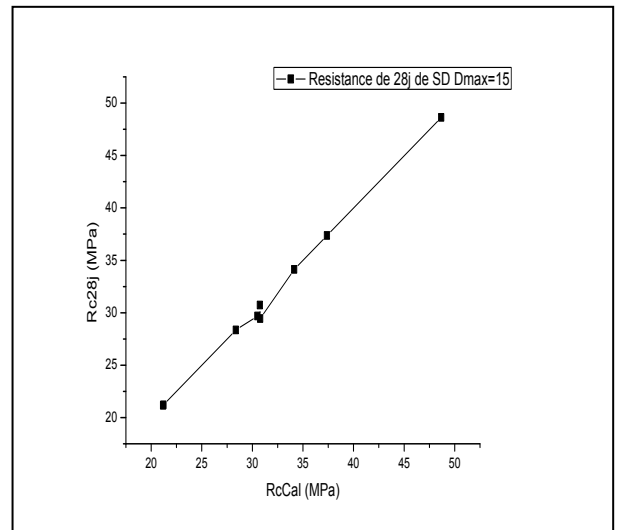
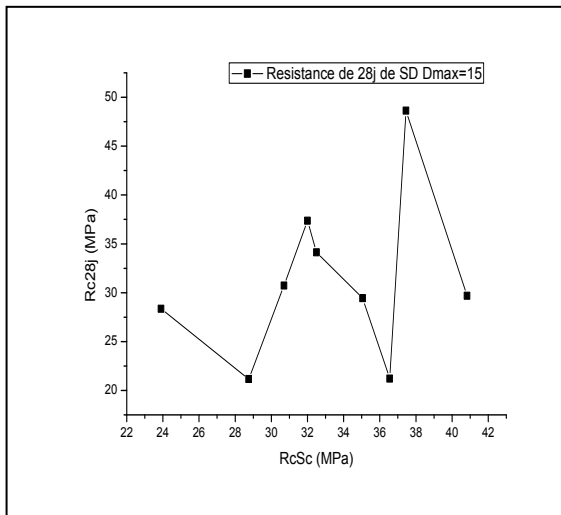


Figure IV. 3:Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , Dmax 15mm)

Tableaux IV.4:Résistance mécanique sable de dune Dmax 25mm

	BF			BP			PTP		
Caractéristique	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd	Bt	Badj	Badd
Rc28j(MPa)	33,16	30,91	33,05	23,02	33,67	31,32	20,90	32,69	24,21
RcCal	33,18	30,87	33,07	22,90	33,71	31,34	20,78	32,71	24,23
RSc	33,75	39,8	33,2	37,85	24,90	30,95	28,35	32,40	30,70

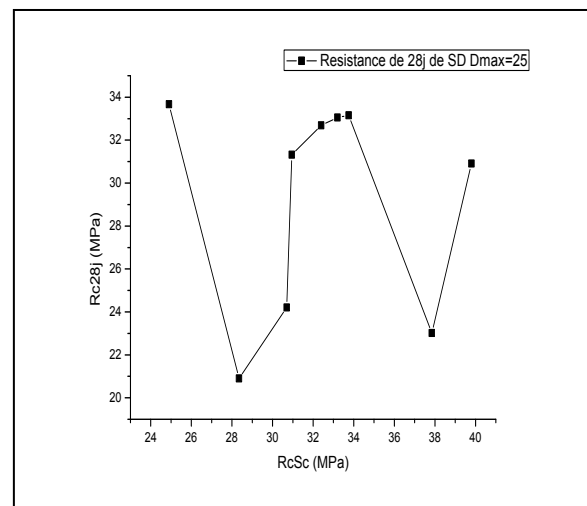
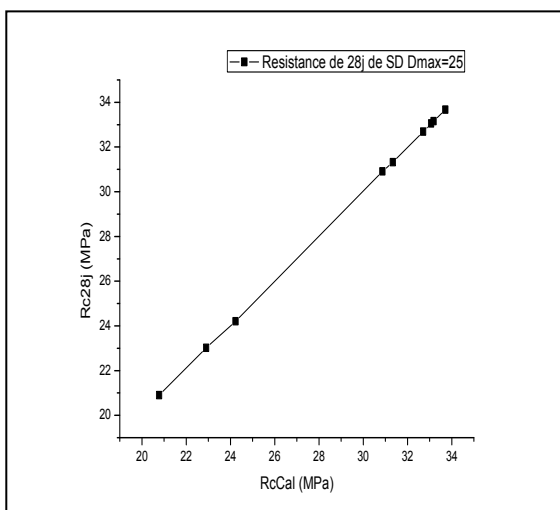


Figure IV .4:Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , Dmax 25mm)

Tableaux IV. 5: Résistance de béton (SD, SC , Dmax 25)

Caractéristique	Rc28j MPa	RcCal	RcSc
BF15SC	29,68	29,70	33,23
	25,07	25,08	25,8
	20,78	20,81	22,77
BP15SC	17,72	17,73	29,7
	29,60	29,59	32
	22,21	22,22	21,13
BTP15SC	26,00	26,02	36,95
	36,62	36,62	32,9
	31,28	31,30	29,90
BF15SD	33,16	33,18	33,75
	30,91	30,87	39,8
	33,05	33,07	33,2
BP15SD	23,02	22,90	37,85
	33,67	33,71	24,90
	31,32	31,34	30,95
BTP15SD	20,90	20,78	28,35
	32,69	32,71	32,40
	24,21	24,23	30,70

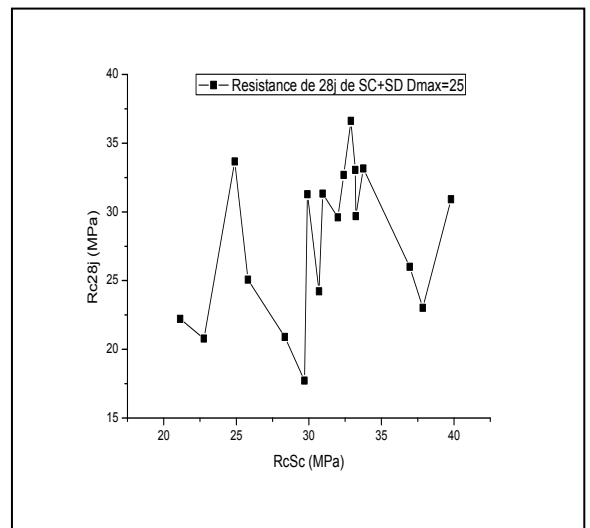
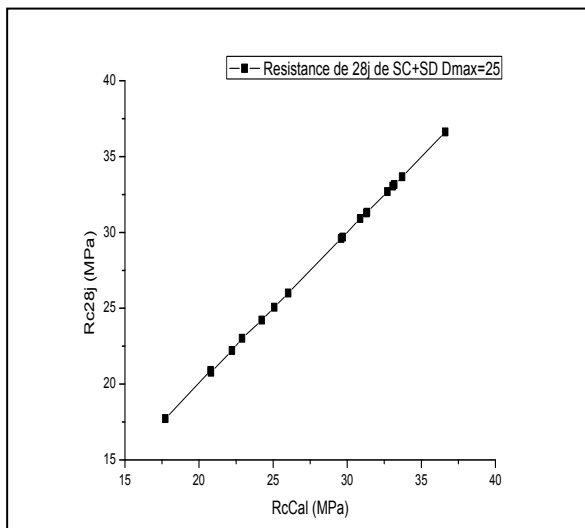


Figure IV .5: Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , SD, Dmax 25mm)

Tableaux IV. 6 Resistance de sable concassée (Dmax 15,25)

RcCal (MPa)	Rc28j	RcSc
17,73	17,72	21,13
20,81	20,78	21,6
21,15	21,12	22,77
21,61	21,6	23,79
22,12	22,11	25,8
22,22	22,21	28,1
25,08	25,07	28,47
25,86	25,85	28,8
25,96	25,95	28,87
26,02	26	29,6
26,23	26,21	29,7
28,48	28,47	29,9
29,59	29,6	30,27
29,7	29,68	32
30,97	30,95	32,9
31,3	31,28	33,2
33,21	33,2	33,23
36,62	36,62	36,95
17,73	17,72	21,13

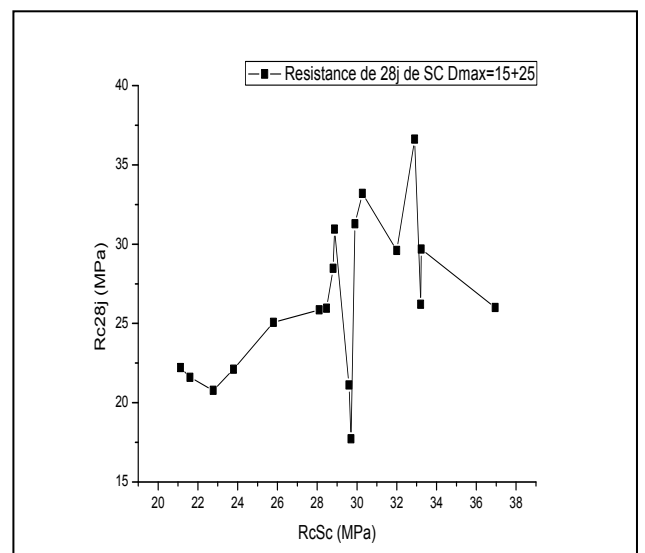
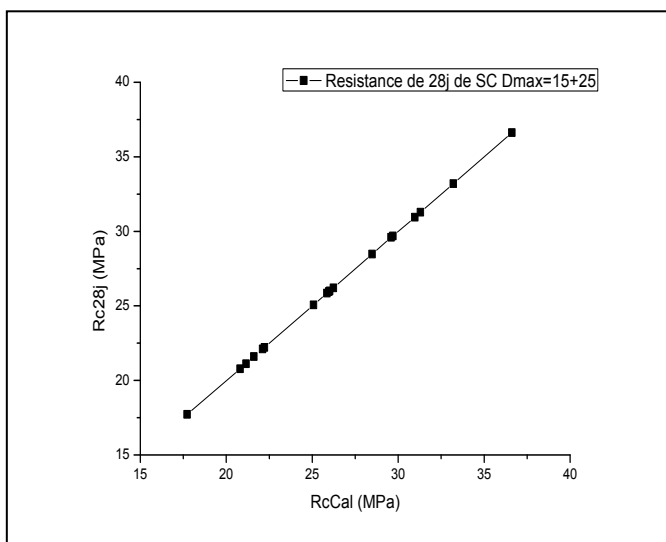


Figure IV .6: Variation de la résistance RC28j en fonction R Cal et RSC(SC , SD, Dmax, 15,25)

Interprétation des résultante

Après tout les résultantes représente la résistance de béton à la compression ($R_{C\ 28j}$) en fonction de la résistance de scléromètre (R_{sc}) ou en fonction de la résistance calculée (R_{cal}) cette dernière

($R_{C\ 28j}/ R_{cal}$) est linéaire, identifié par contre (R_{c28j}/R_{sc}) est aléatoire et non identifiée (résultat non scientifique).

Analyse des résultat expérimental des paramètre influence sur la Rc28j

●Béton 1: SC $D_{max}=15mm$

Tableaux IV. 7: Caractéristique de béton à la compression(E/C et G/S) (SC, Dmax 15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,621	6,212	,4728	,2033	,9133	,9530
E/C	,570			,550			,550		
G/S	,032			,122			,41		

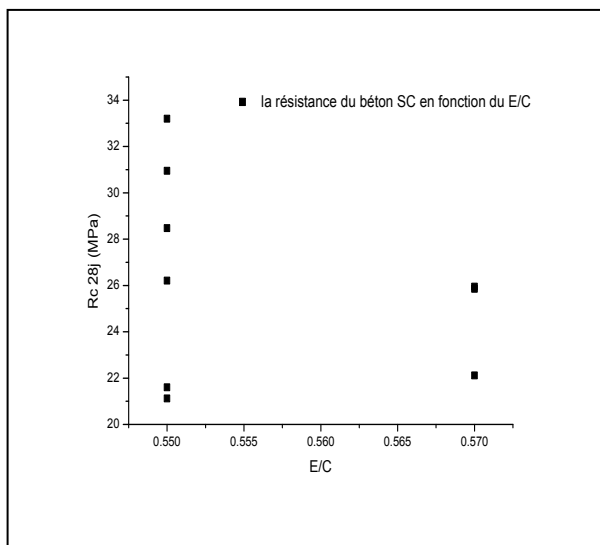
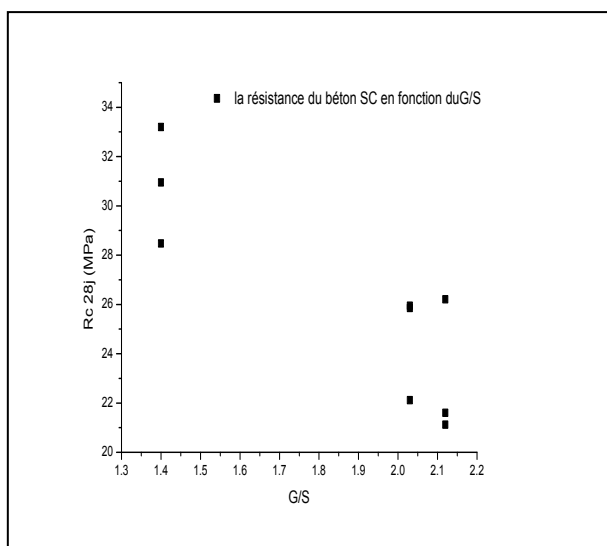


Figure IV.7:résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C, (SC, Dmax 15)

Tableaux IV. 8: Caractéristique de béton à la compression (A, E),(SC, Dmax 15mm)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,621	6,212	,4728	,2033	,9133	,9530
Affaissement (c m)	,80	1	,23	,96	5	,14	,82	,82	,62
Etalement(c m)	57	48	52	,553	59	,559	56	,2573	,7568

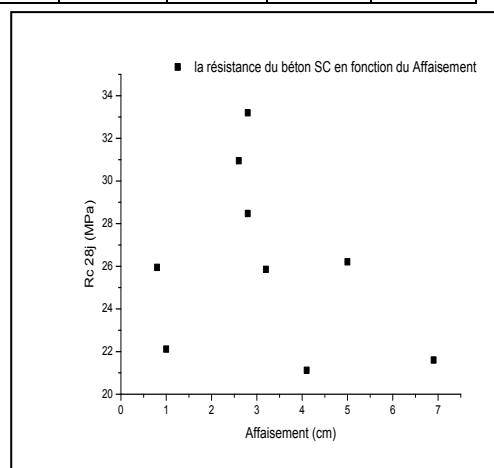
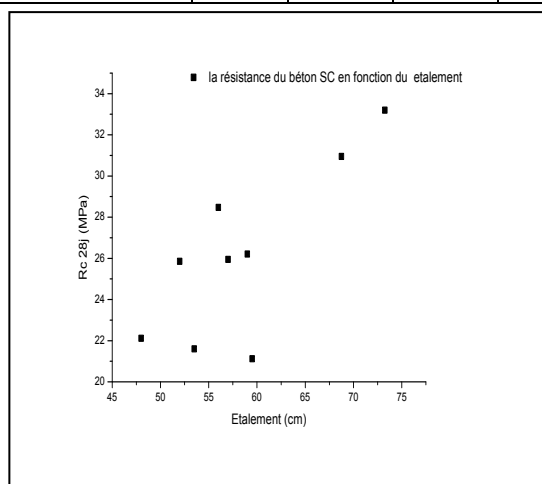


Figure IV.8: résistance de béton RC28j en fonction de étalement et affaissement (SC, Dmax 15mm)

Tableaux IV. 9: Caractéristique de béton à la compression(la densité), (SC, Dmax 15mm)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,621	6,212	,4728	,2033	,9133	9530
La densité théorique	,332	,322	,322	,232	,312	,312	,282	,262	,312
La densité réelle	2,38	,352	,372	,402	,362	,332	,372	,362	,362

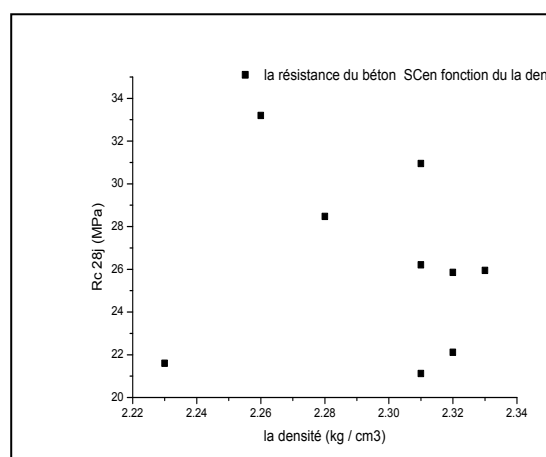
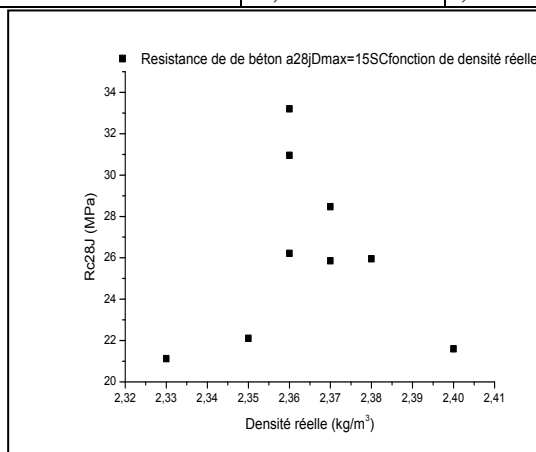


Figure IV.9 :Résistance de béton RC28j en fonction de densité à état frais et durci (SC, Dmax 15)

Tableaux IV. 10: Caractéristique de béton à la compression(E/C et G/S) (SC, Dmax 25)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,0725	,7820	,7217	,629	,2122	26	,6236	,2831
E/C	,590			,590			,590		
G/S	,222			,451			,521		

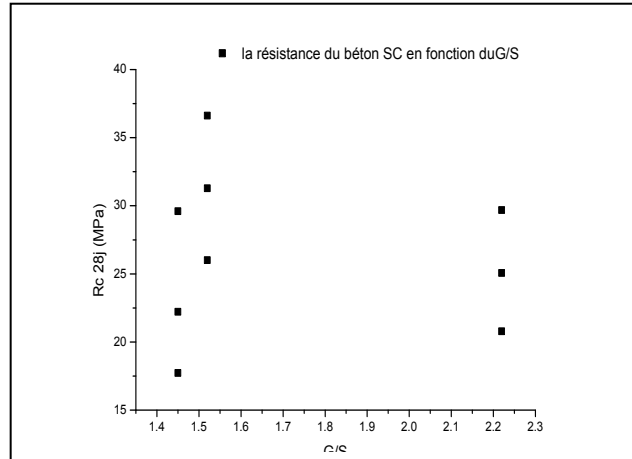
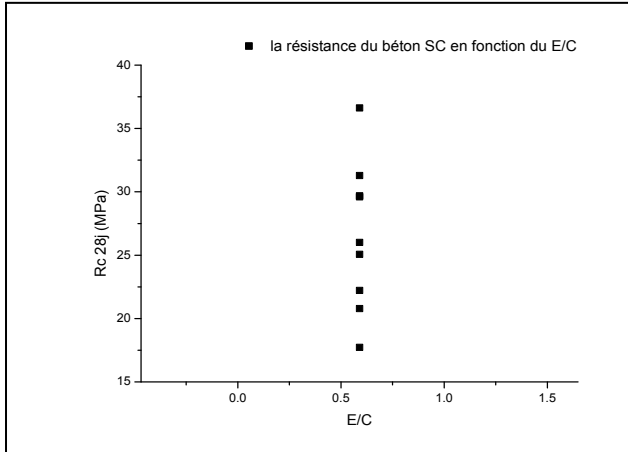


Figure IV.10: Résance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C

Tableaux IV. 11: Caractéristique de béton à la compression(E/C et G/S) (SC, Dmax 25)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,0725	,7820	,7217	,629	,2122	26	,6236	,2831
Affaissement (c m)	1	9,0	,40	,31	,84	,24	,37	10	,76
Etalement(c m)	,3145	,549	,5	57	60	,558	,563	,575	,568

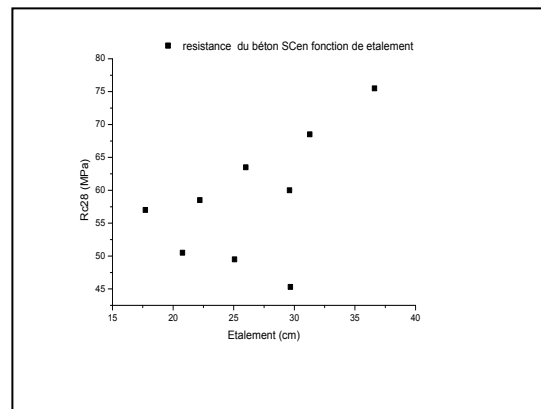
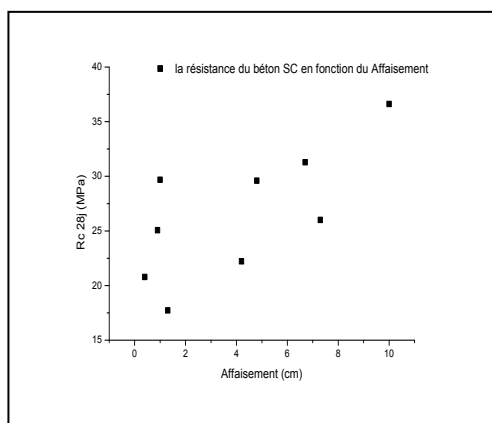


Figure IV.11: Résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C

Tableaux IV. 12: Caractéristique de béton à la compression(A, E), (SC, Dmax 85)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,0725	,7820	,7217	,629	,2122	26	,6236	,2831
La densité théorique	,312	,502	,262	,262	,302	,242	,312	,362	,352
La densité réelle	,382	,362	,352	,332	,342	,042	,412	,392	,312

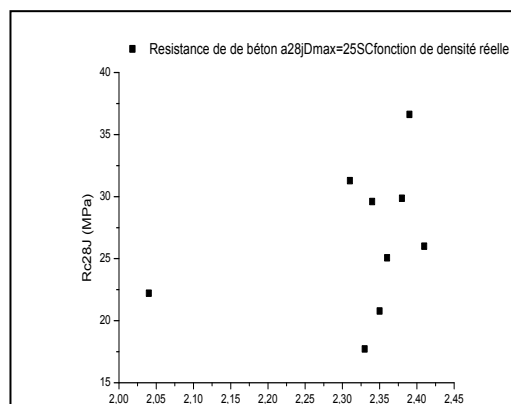
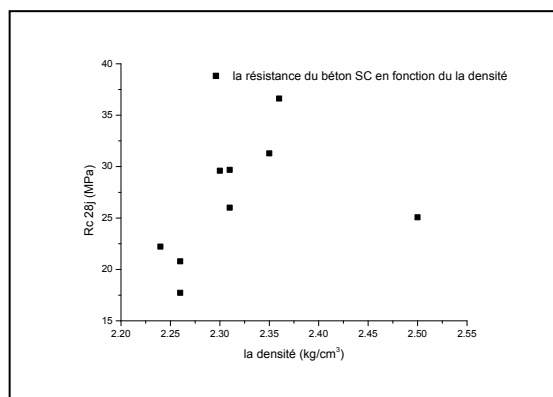


Figure IV.12: résistance de béton RC28j en fonction de densité à état frais et durci
a- $D_{max}=15mm$, SD(BF, BP, BTP)

Tableaux IV. 13: Caractéristique de béton à la compression (E/C et G/S) (SD, Dmax 15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,6829	,6248	34,12	2121,	,4529	,3628
E/C	,550			,550			,550		
G/S	,032			,122			,41		

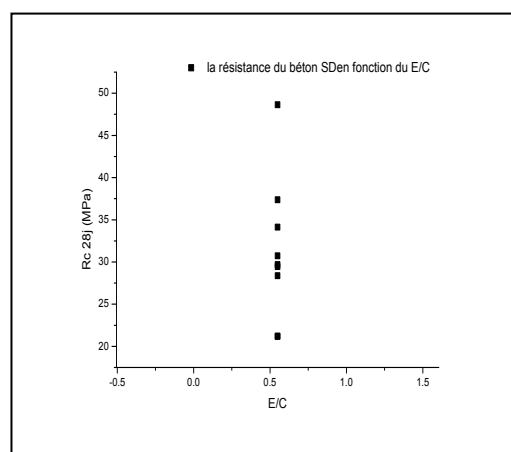
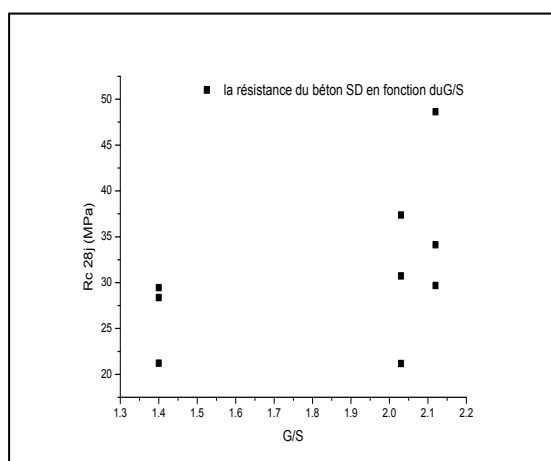
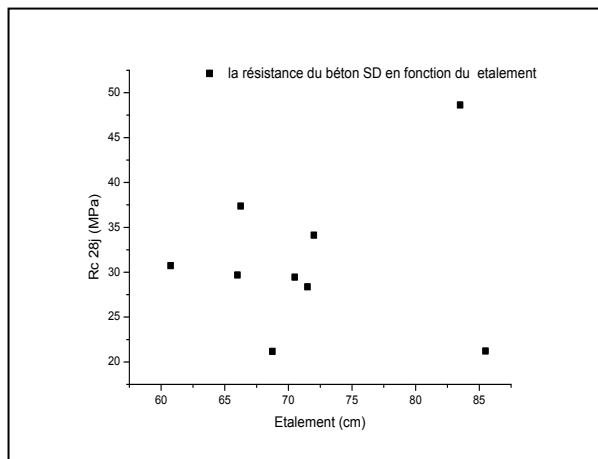
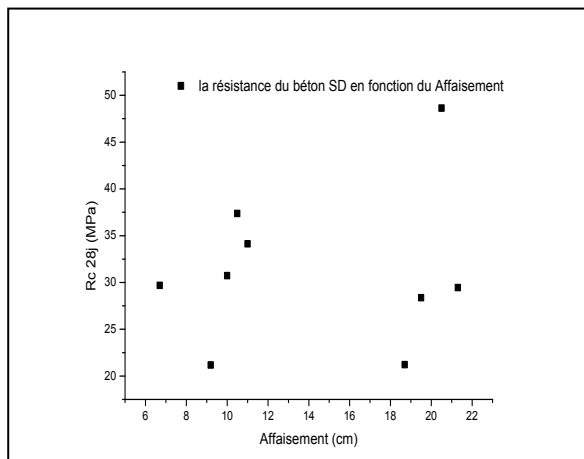


Figure IV.13: Résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C

Tableaux IV. 14: Caractéristique de béton à la compression (E, A),(SD, Dmax 15)

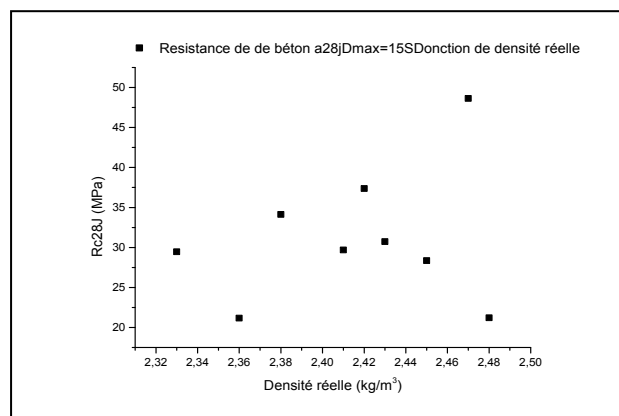
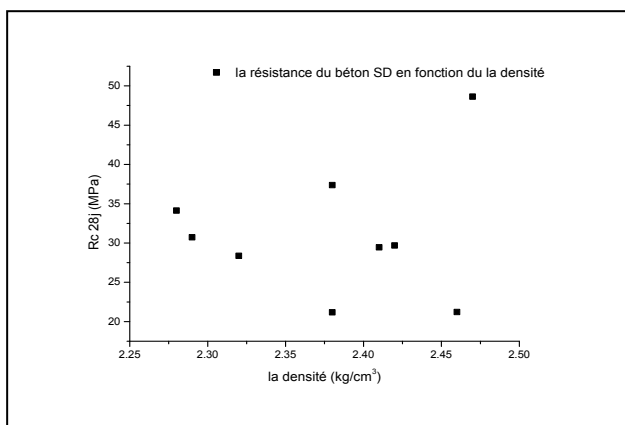
	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,6829	,6248	34,12	2121,	,4529	,3628
Etalement	,7568	,2566	,7560	66	,583	72	,585	,570	,571
Affaissement	,29	,510	10	,76	,520	11	,718	,321	,519



Figur IV.14:résistance de béton RC28j en fonction de étalement et affaissement(SD, Dmax 5mm) 1

Tableaux IV. 15: Caractéristique de béton à la compression (la densité),(SD, Dmax 15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,6829	,6248	34,12	2121,	,4529	,3628
La densité	2,38	,382	,292	2,42	,422	2,28	,462	2,41	,322
La densité réelle	,362	,422	,432	,412	,472	,382	,482	,332	,452



Figur IV.15:résistance de béton RC28j en fonction de densité à état frais et durci

e- $D_{max}=25\text{mm}$, SD(BF, BP, BTP)

Tableaux IV. 16: Caractéristique de béton à la compression(E/C , G/S), (SD, Dmax 15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1633	,9130	,0533	,0223	33,68	31,32	9120,	32,69	,2224
E/C	,590			,590			,590		
G/S	,222			,451			2,56		

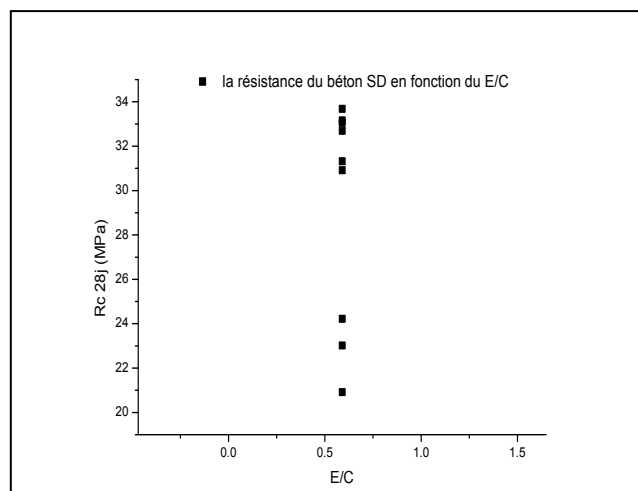
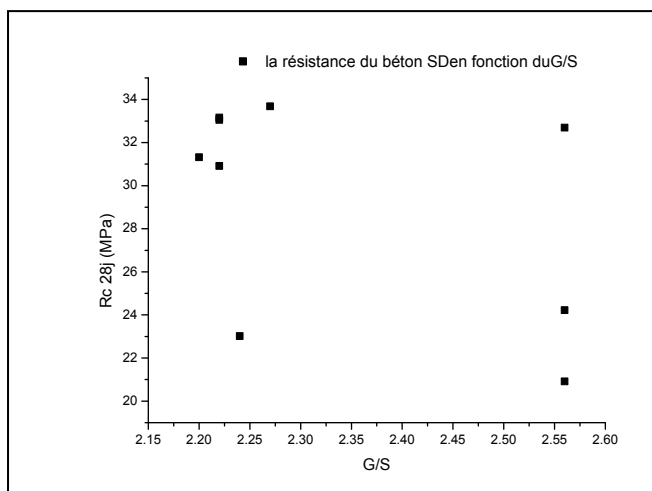


Figure IV.16: résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C

Tableaux IV. 17: Caractéristique de béton à la compression(E, A), (SD, Dmax15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1633	,9130	,0533	,0223	33,68	31,32	9120,	32,69	,2224
Étalement	61	,2586	,580	,569	,583	56	76	,581	,574
Affaissement	,61	,911	2,91	,24	,516	21	15	17	16

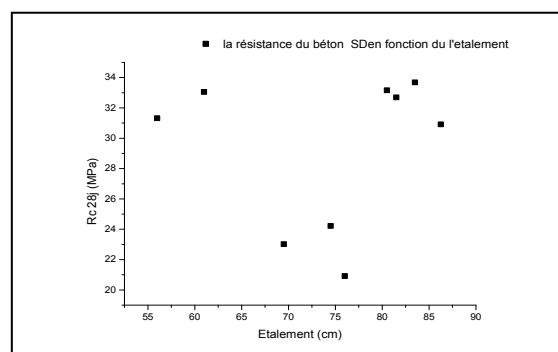
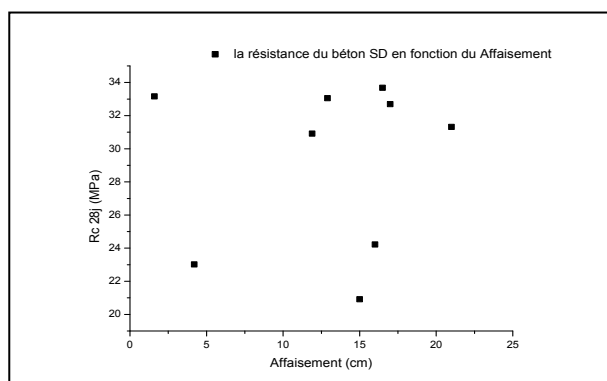


Figure IV.17: résistance de béton RC28j en fonction de étalement et affaissement (SD, Dmax 15)

Tableaux IV. 18: Caractéristique de béton à la compression (la densité),(SD, Dmax 15)

	BF			BP			BTP		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1633	,9130	,0533	,0223	33,68	31,32	9120,	32,69	,2224
La densité	2,33	2,31	2,46	2,24	2,27	2,20	2,22	2,25	2,22
La densité réelle	,432	,162	,412	,522	,482	,412	,422	,412	,382

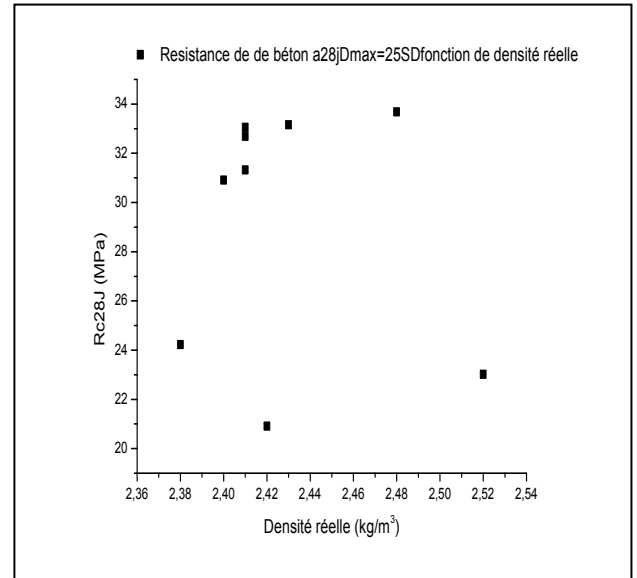
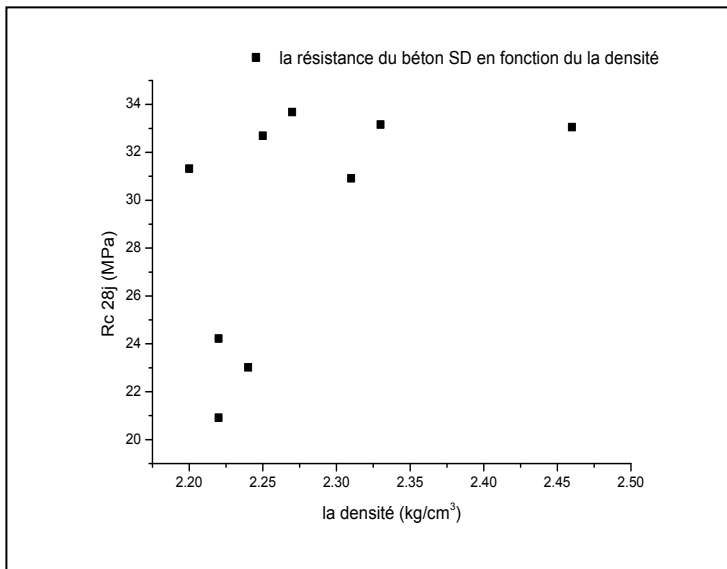


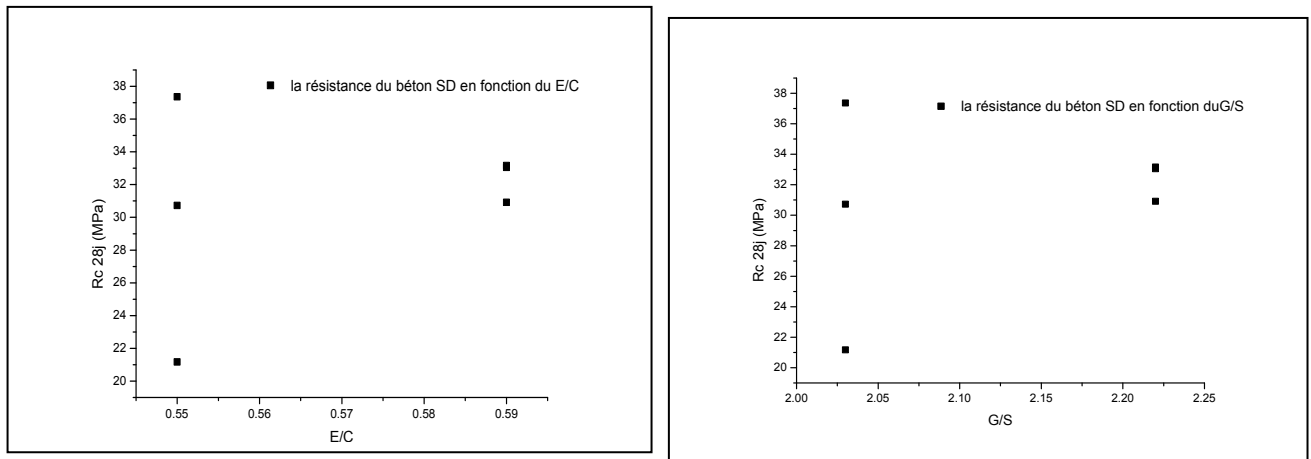
Figure IV.18: résistance de béton RC28j en fonction de densité à état frais et durci (SD, Dmax 15)

●Béton2:

A- SD , BF , D_{max}(15 , 25

Tableaux IV. 19: Caractéristique de béton à la compression BF (E/C , G/S),(SD, Dmax 15, 25)

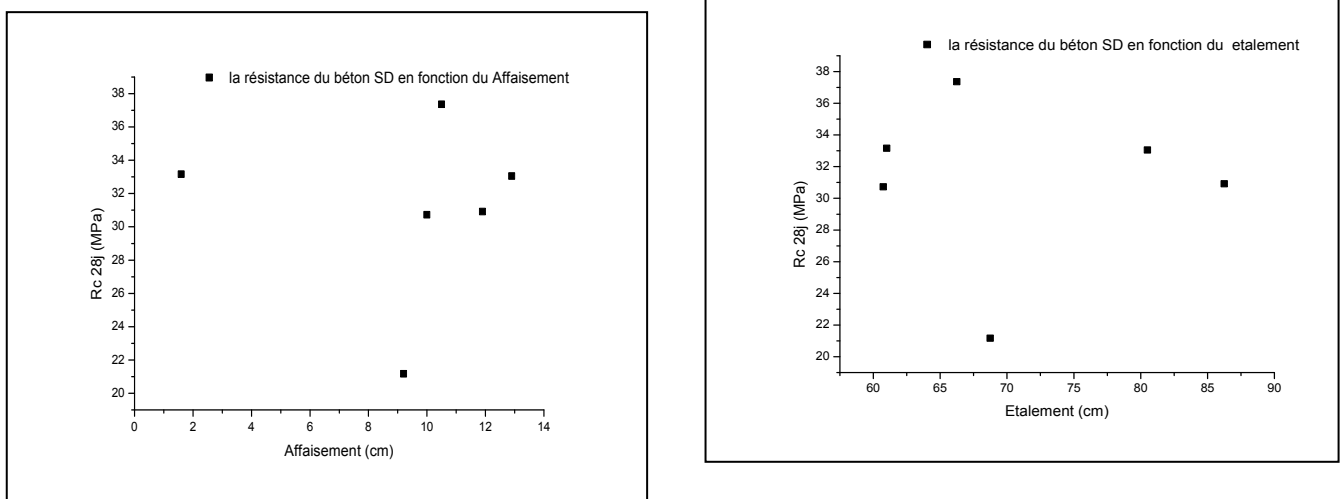
	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
E/C	,550			,590		
G/S	,032			,222		



Figur IV.19:résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C SD, BF(Dmax15 , 25)

Tableaux IV. 20: Caractéristique de béton à la compression BF(A, E), (SD, Dmax 15,25)

	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
Etalement	,7568	,2566	,7560	61	,2586	,580
Affaissement	,29	,510	10	,61	,911	9,12



Figur IV.20:résistance de béton RC28j en fonction de étalement et affaissement SD, BF(Dmax15 , 25)

Tableaux IV. 21: Caractéristique de béton à la compression BF (SD, Dmax 15,25)

	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
La densité	,382	,382	,292	,332	,312	,462
La densité réelle	,362	,422	,432	,432	,162	1,42

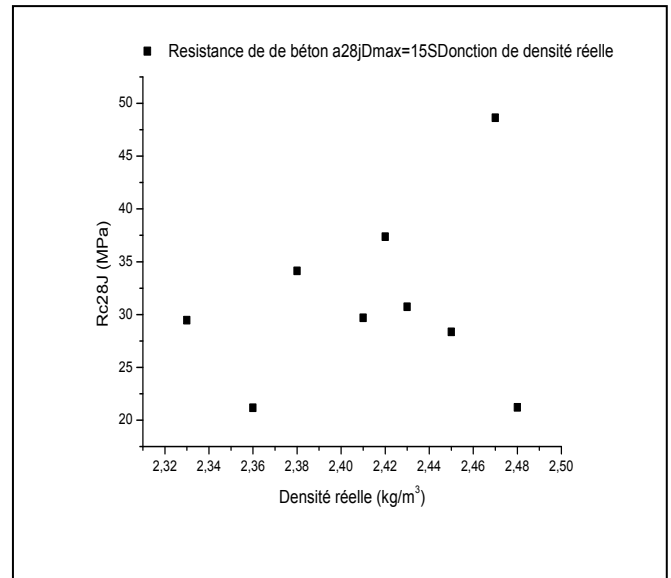
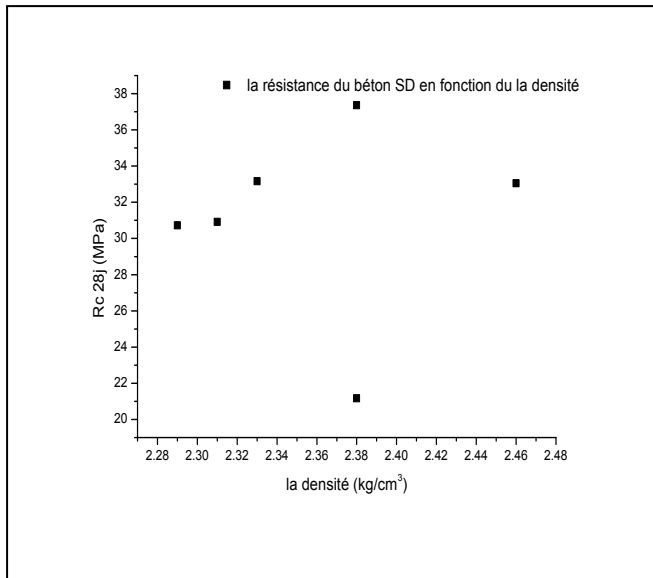


Figure IV.21: résistance de béton RC28j en fonction de densité à état frais et durci SD, BF(Dmax15 , 25)

b) SD , BP , D_{max} (15 , 25)

Tableaux IV. 22: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, Dmax 15,25)

	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
E/C	,550			,590		
G/S	,122			,451		

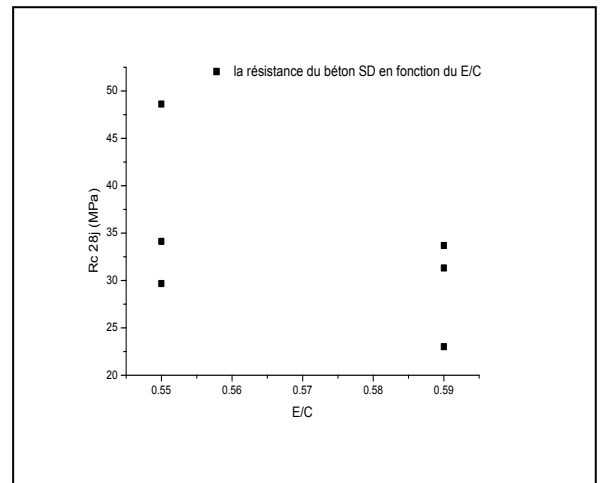
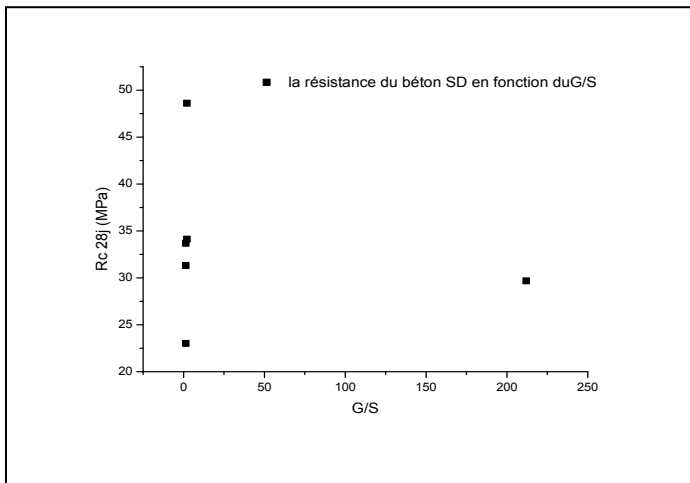


Figure IV.22: résistance de béton RC28j en fonction de G/S et E/C SD, BP(Dmax15 , 25)

Tableaux IV. 23: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, Dmax 15,25 mm)

	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
Etalement	66	, 583	72	,569	,583	56
Affaissement	,76	0,52	11	,24	,516	21

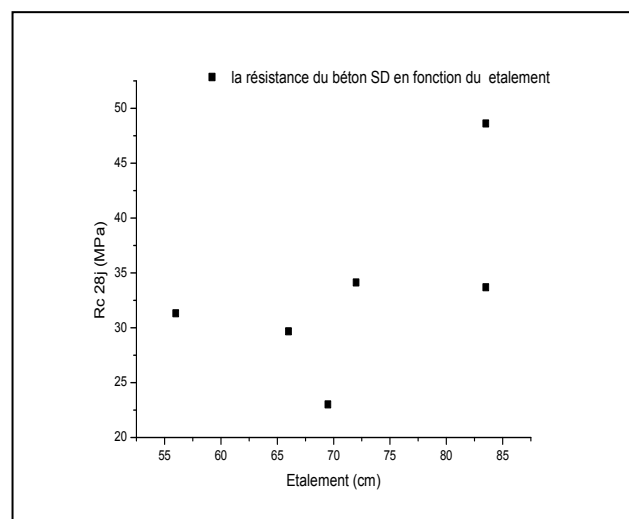
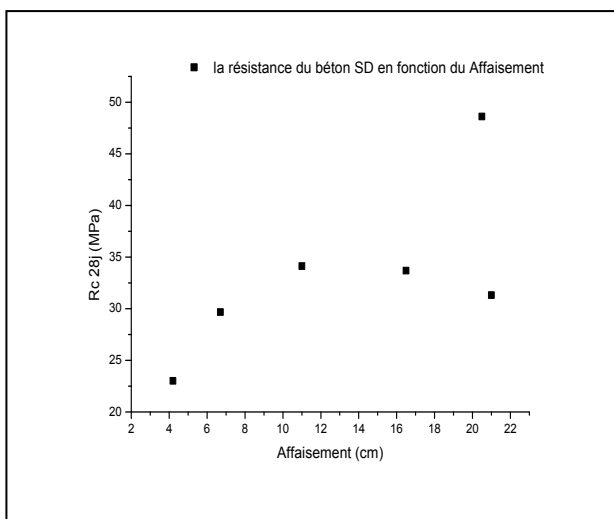


Figure IV.21: résistance de béton RC28j en fonction de étalement et affaissement SD, BP(Dmax15 , 25)

Tableaux IV. 24: Caractéristique de béton à la compression BP(SD, Dmax 15,25 mm)

	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,6829	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
La densité	,422	,472	,282	,242	,272	,202
La densité réelle	,412	,472	,382	,522	,482	,412

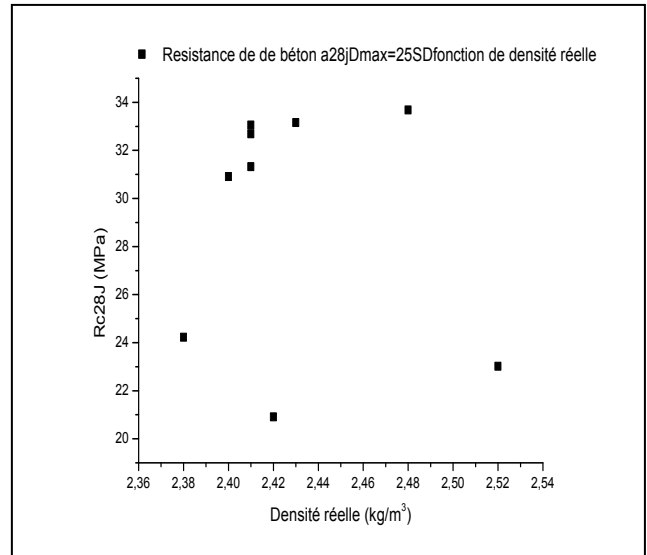
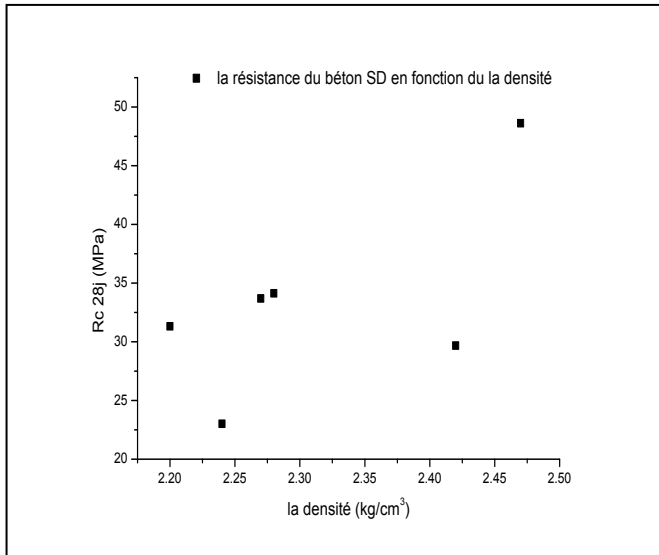


Figure IV.24: résistance de béton RC28j en fonction SD, BP(Dmax15 , 25)

d) SD , BTP , D_{max} (15 , 25)

Tableaux IV. 25: Caractéristique de béton à la compression BTP(SD, Dmax 15,25

	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,2121	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
E/C	,550			,590		
G/S	,41			,562		

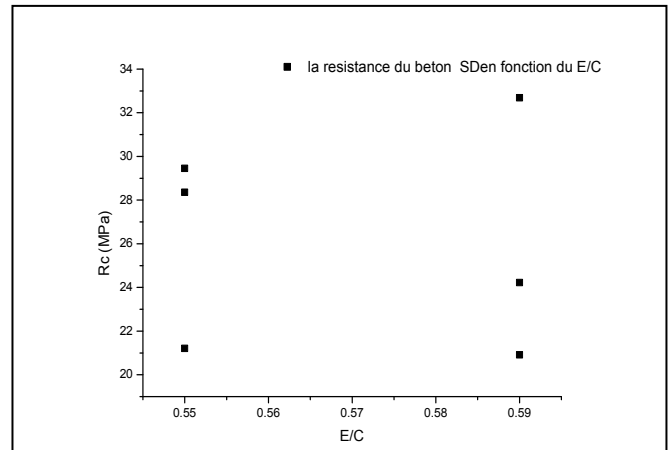
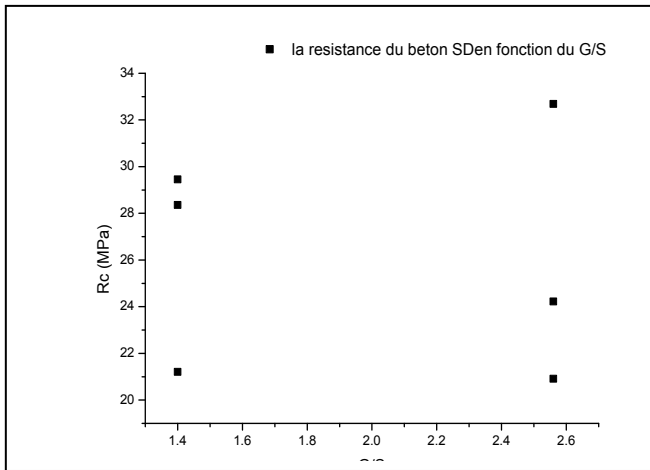


Figure IV.25: résistance de béton RC28j en fonction G/S et E/C SD, BTP(Dmax15 , 25)
Tableaux IV. 26: Caractéristique de béton à la compression BTP(SD, Dmax 15,25 mm)

	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,2121	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
Etalement	,585	,570	,571	76	,581	,574
Affaissement	,718	,321	9,51	15	17	16

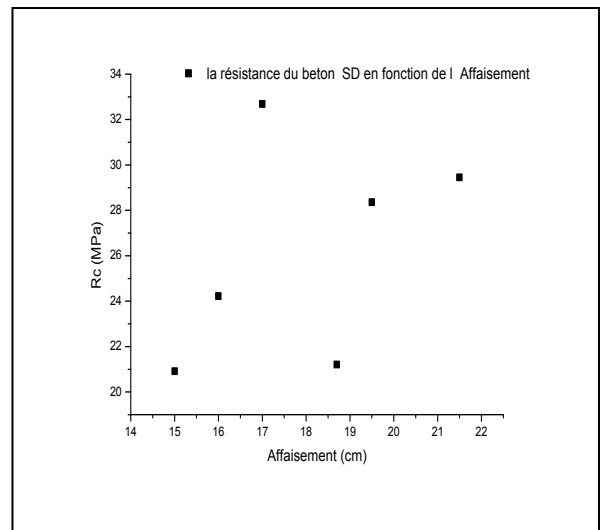
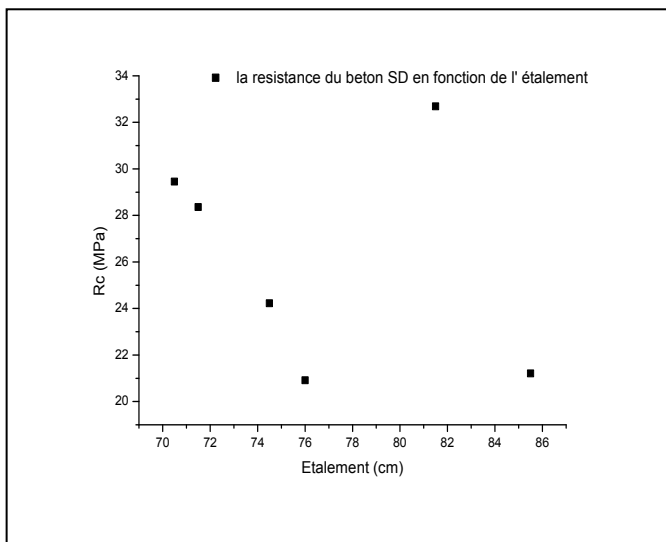
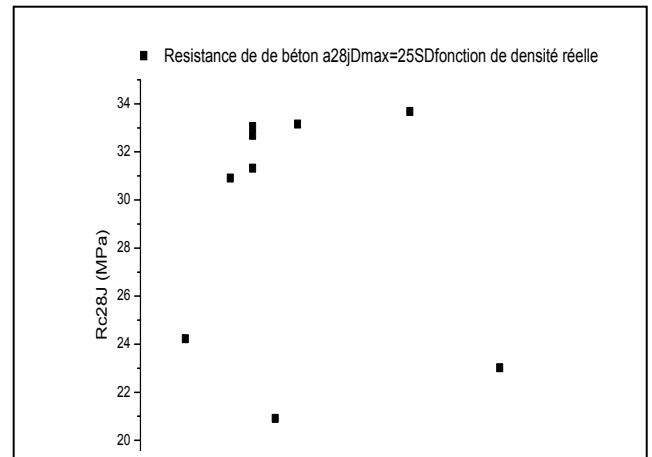
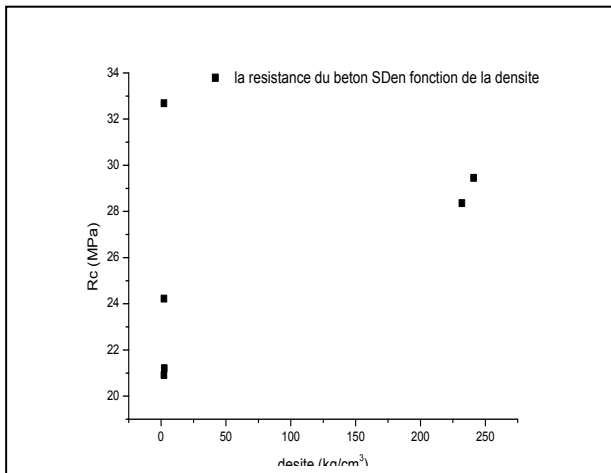


Figure IV.26: résistance de béton Rc28j en fonction G/S et E/C SD, BTP(Dmax15 , 25)

Tableaux IV. 27: Caractéristique de béton à la compression(la densité) BTP(SD, Dmax 15,25)

	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,2121	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
La densité	,462	,412	,322	,222	,252	,222
La densité réelle	,482	,332	,452	,422	,412	,382

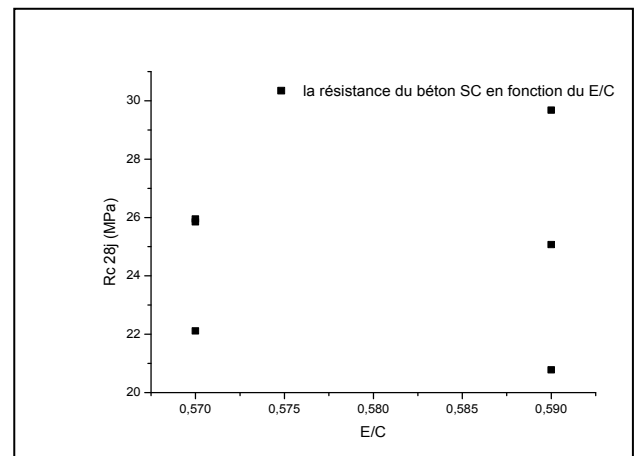
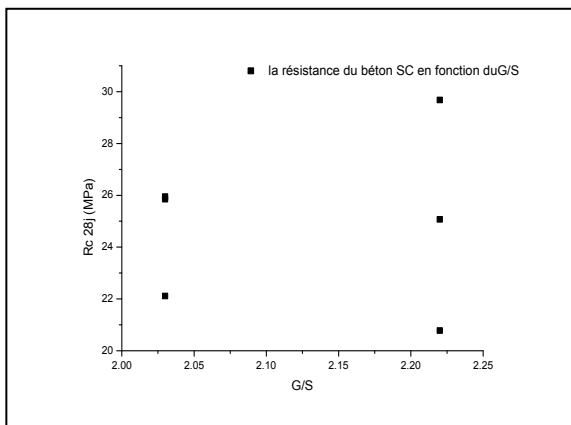


Figur IV.27: résistance de béton Rc28j en fonction de la densité SD, BTP(D_{max}15 , 25)

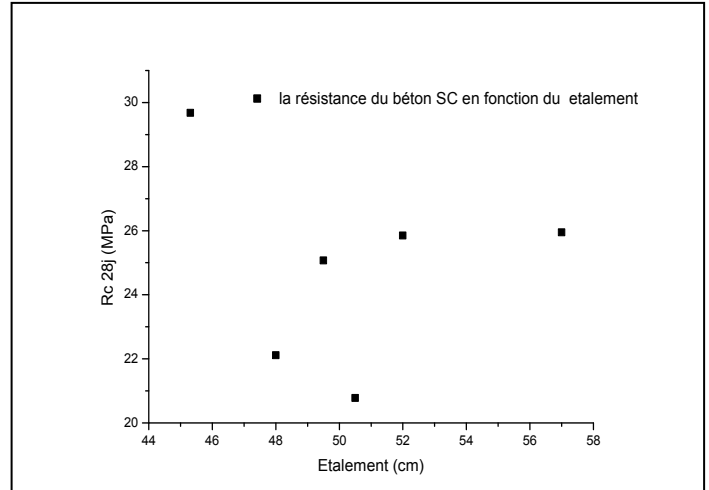
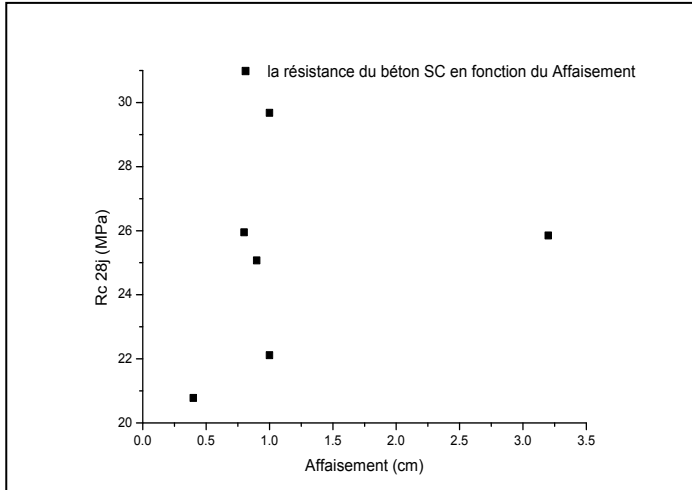
C) SC , BF , D_{max} (15 , 25)

Tableaux IV. 28: Caractéristique de béton résistance de compression et G/S et E/C (BF(SC,

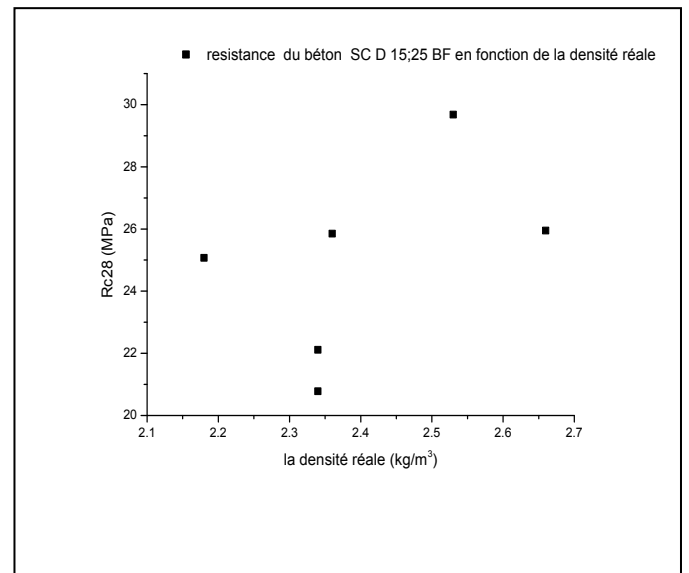
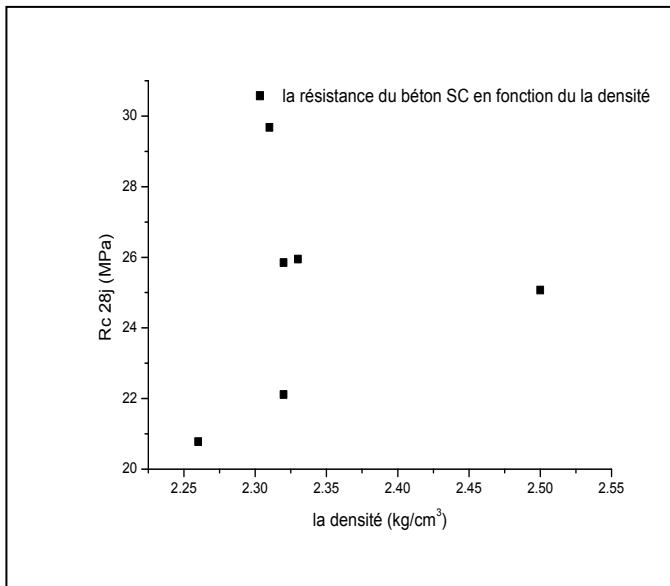
	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,6829	,0725	,7820
E/C	,570			,590		
G/S	,032			,222		



	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,6829	,0725	,7820
Etalement	,80	1	,23	1	,90	,40
Affaissement	57	48	52	,3145	,549	,550

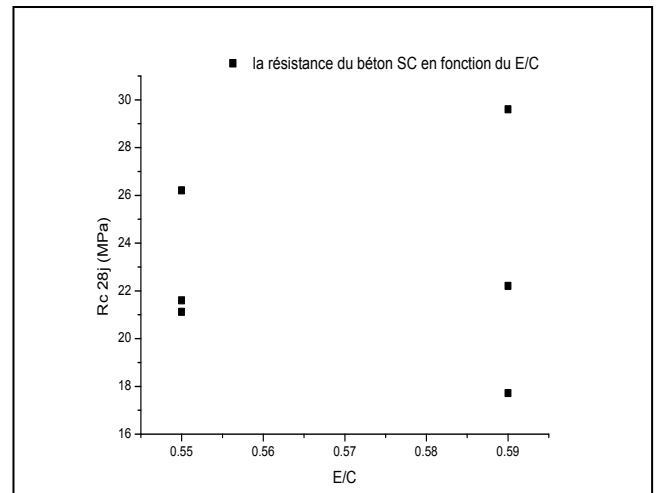
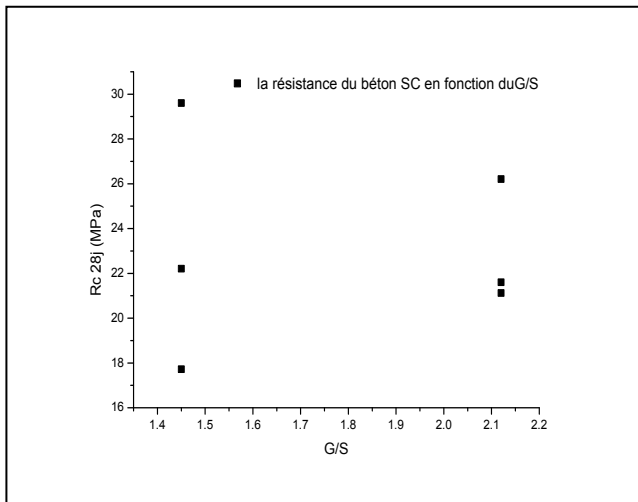


	BF D 15			BF D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,9525	,1122	,8525	,6829	,0725	,7820
La densité	,332	,322	,322	,312	,502	,262
La densité réelle	,662	,342	,362	,532	,182	,342

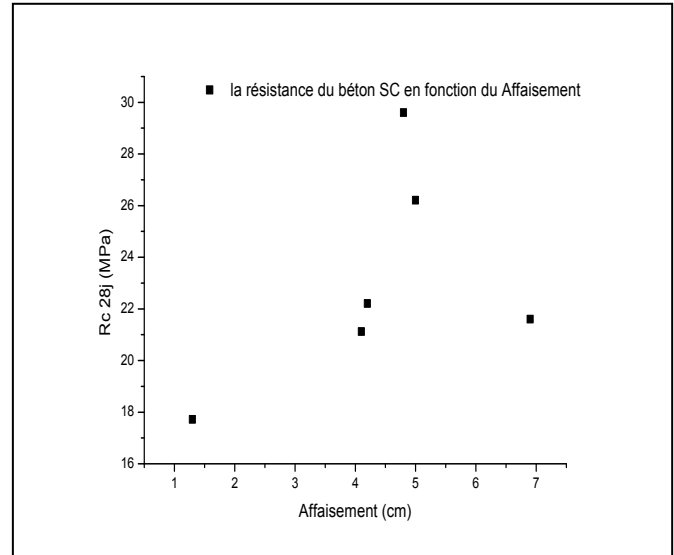
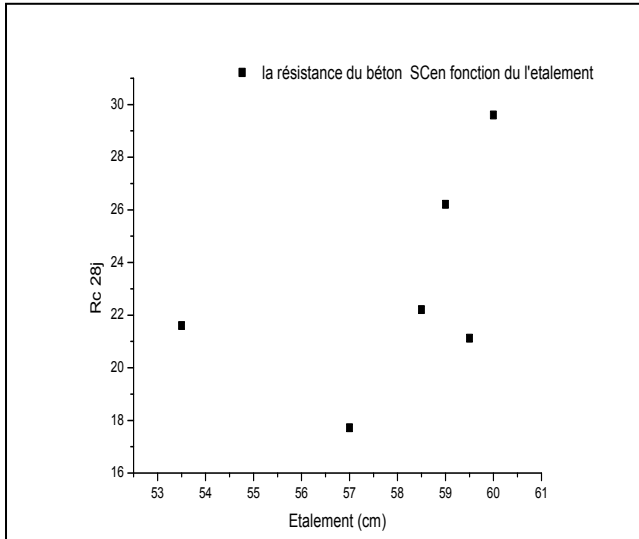


C) SC , BP , D_{max} (15 , 25)

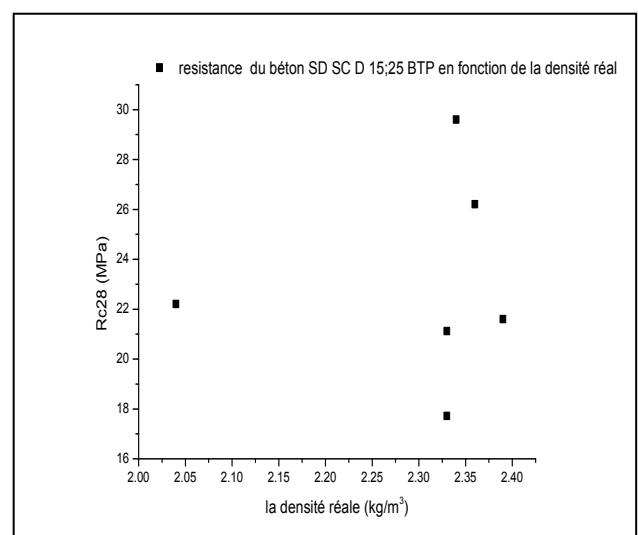
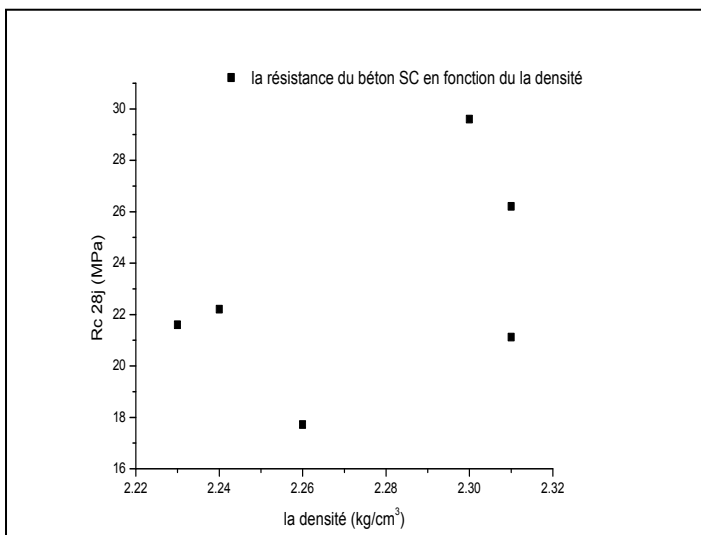
	BP D 15			BP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,621	,2126	,1221	,7217	,629	,2122
E/C	,550			,590		
G/S	,122			,451		



	BP D 15			BP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,621	,2126	,1221	,72 17	,629	,2122
Etalement	,553	59	,559	57	60	,558
Affaissement	,96	5	,14	,31	,84	,24

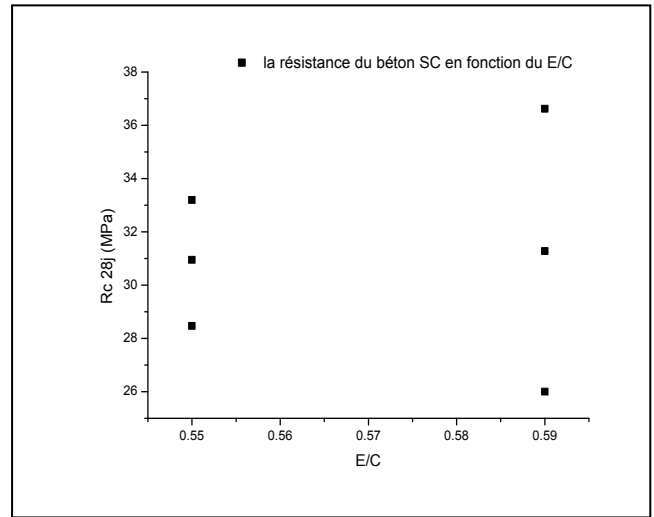
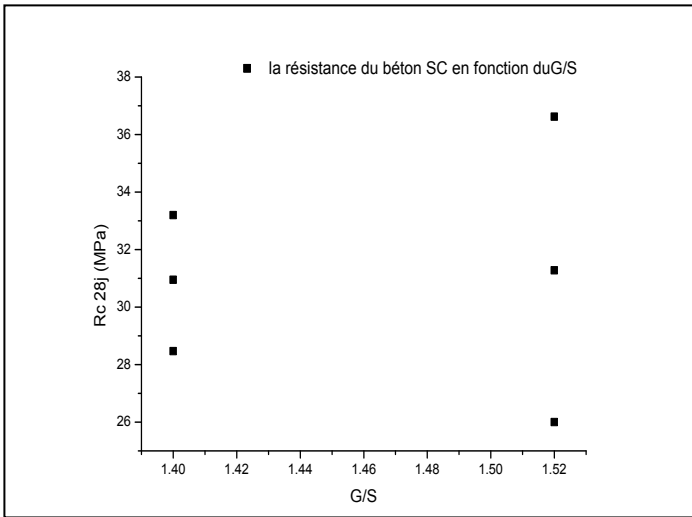


	BP D 15			BP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	,621	,2126	,1221	,72 17	,629	,2122
La densité	,232	,312	,312	,262	,32	,242
La densité réelle	,392	,362	,332	,332	,342	,042

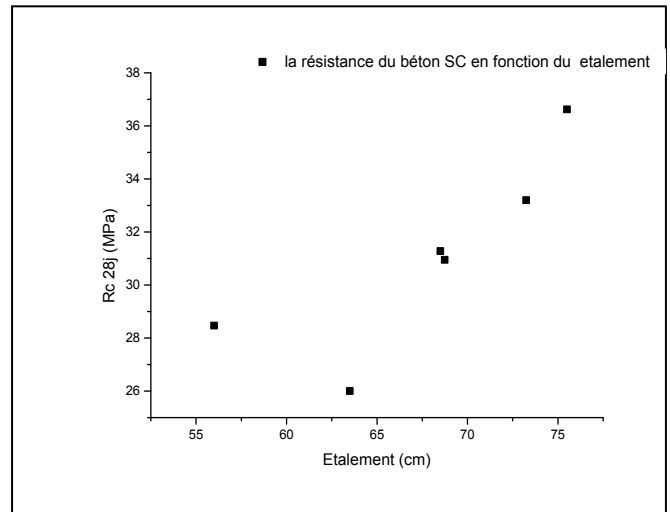
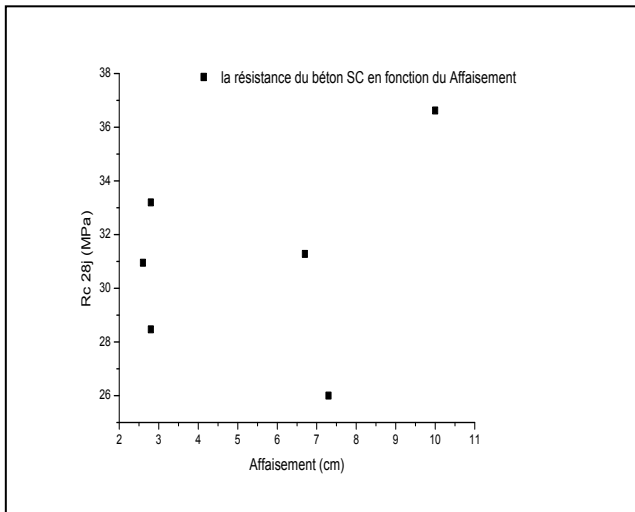


d) BTP SC, D_{max} (15 25)

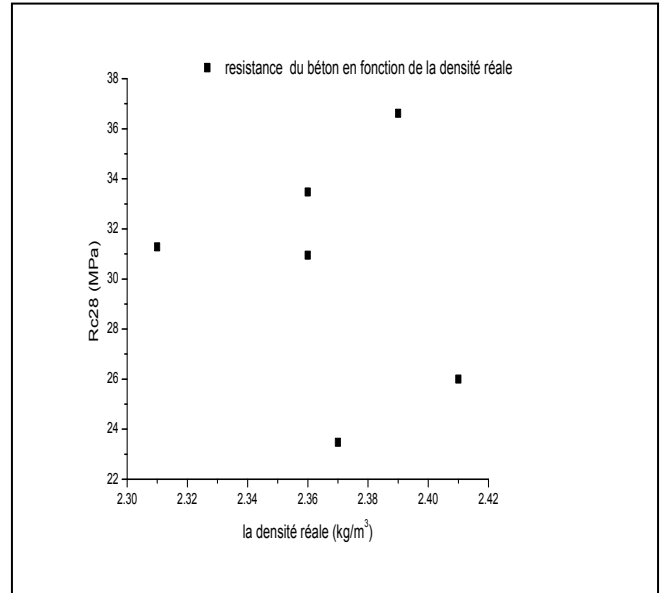
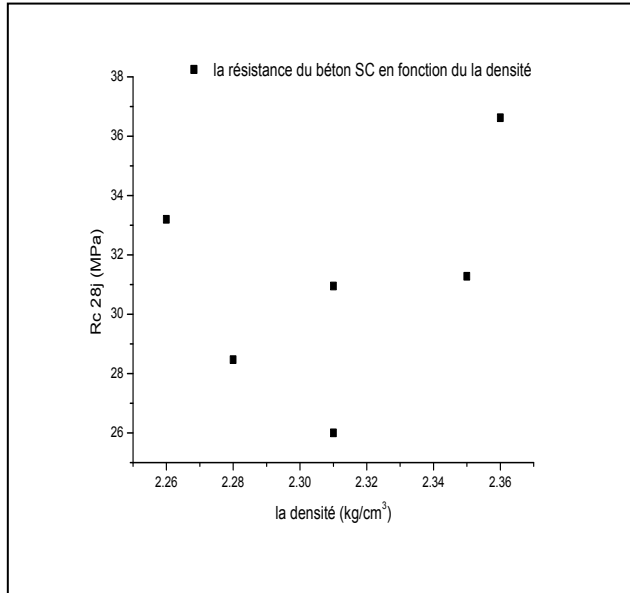
	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	3,472	,2033	,9530	26	,6236	,2831
E/C	,550			,590		
G/S	,41			,521		



	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	3,472	,2033	,9530	26	,6236	,2831
Etalement	56	,2573	,7568	,568	,575	,568
Affaissement	,82	,82	,62	,37	10	,76



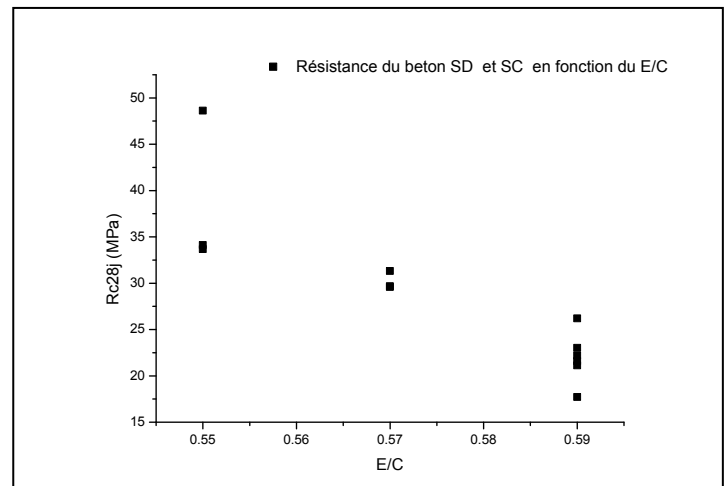
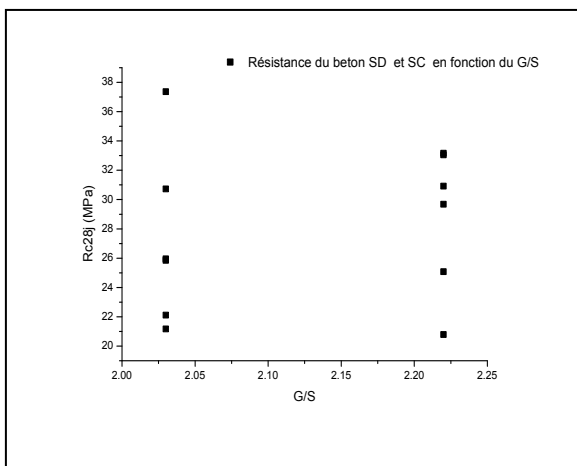
	BTP D 15			BTP D 25		
	Bt	Baj	Badd	Bt	Baj	Badd
Rc28j(MPa)	3,472	,2033	,9530	26	,6236	,2831
La densité	,282	,262	,312	,312	,362	,352
La densité réelle	,372	,362	,362	,412	,392	,312



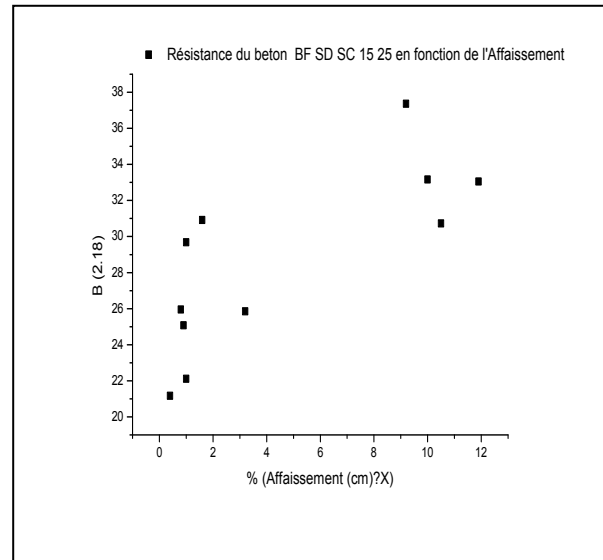
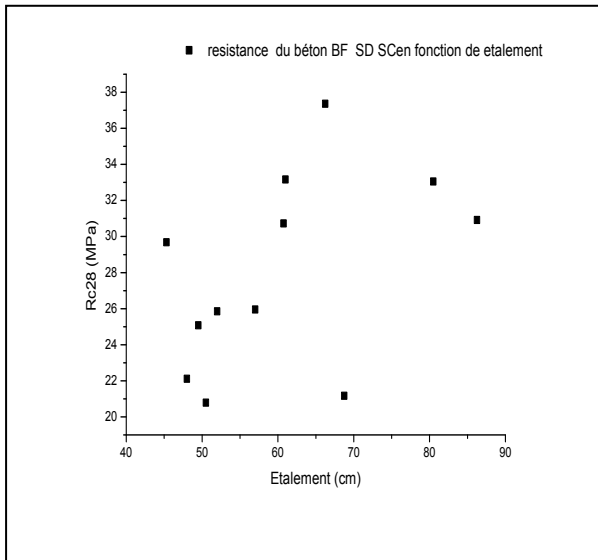
● Béton 3:

a- BF (15 25 , SD ,SC)

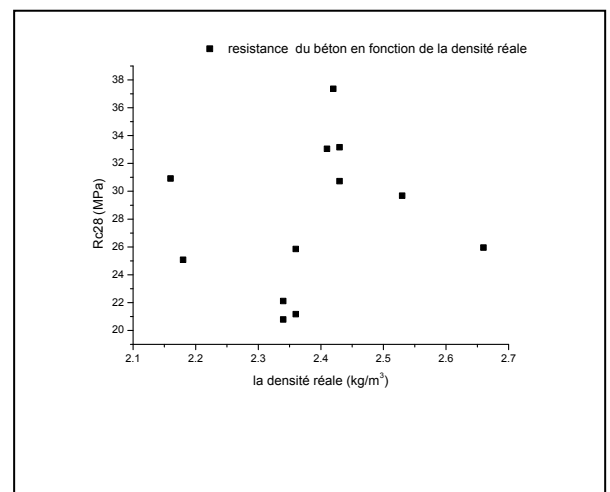
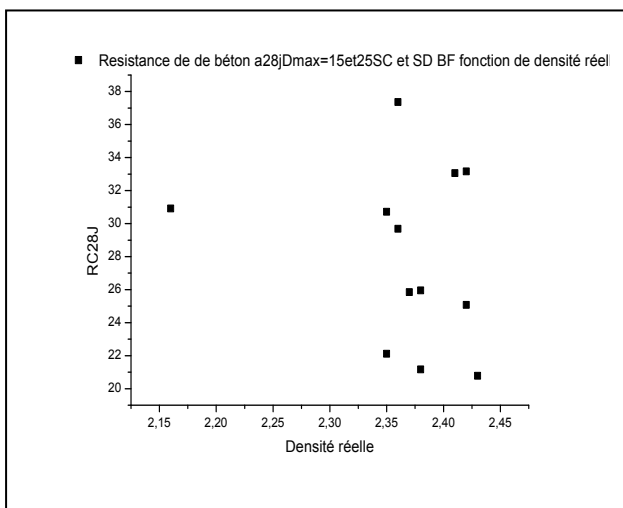
	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,9525	2,112	5,852	9,682	5,072	0,782	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
E/C	0,57			0,59			0,55			0,59		
G/S	,032			,222			,032			,222		



	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,9525	2,112	5,852	9,682	5,072	0,782	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
Affaissement	,80	1	,23	1	0,9	,40	,29	0,51	10	,61	11,9	,912
Etalement	57	48	52	,3145	9,54	,550	,7568	,2566	,7560	61	,2586	,580



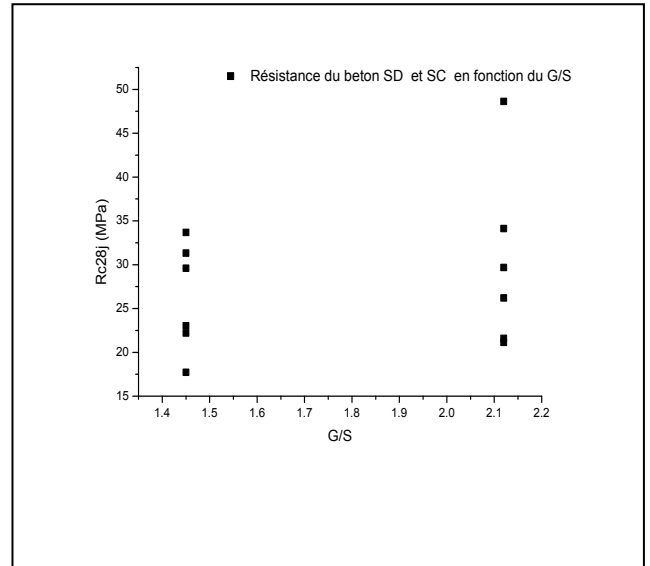
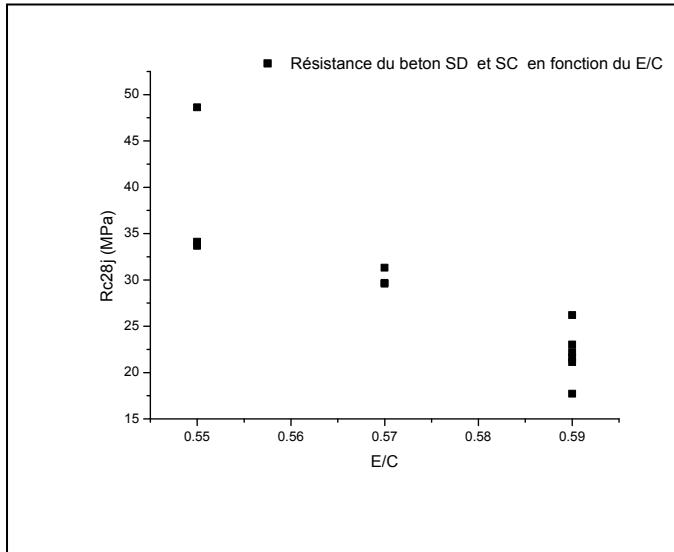
	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,9525	2,112	5,852	9,682	5,072	0,782	,1721	,3637	,7230	,1633	,9130	,0533
La densité	,332	,322	,322	,312	,502	,262	,382	,292	,332	,312	,312	,462
La densité réelle	,662	,342	,362	,532	,182	,342	,362	,422	,432	,432	,162	,412



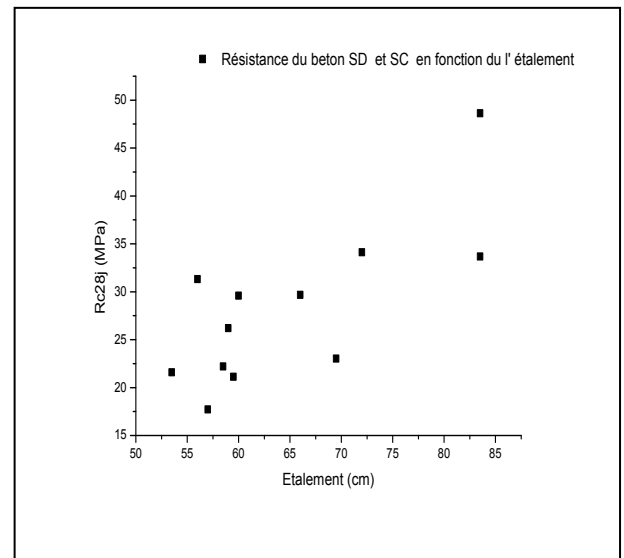
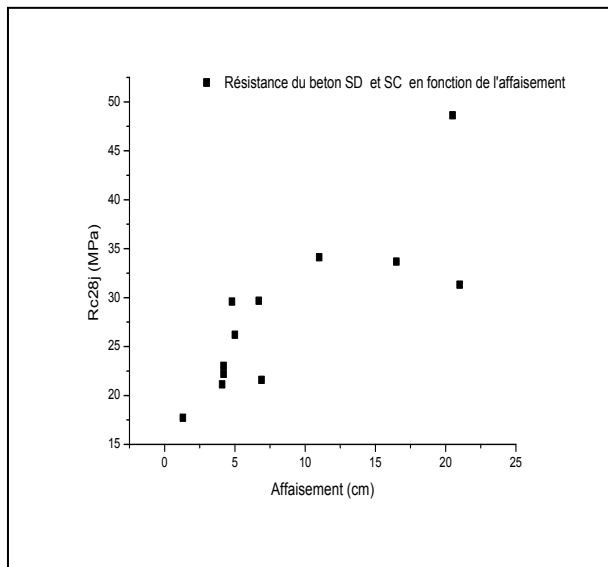
	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}

Rc 28j	,621	26,21	1,212	17,72	9,62	2,212	,6829	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
E/C	0,55			0,59			0,55			0,59		
G/S	2,12			1,45			2,12			1,45		

b) BP(15 25 , SD ,SC)

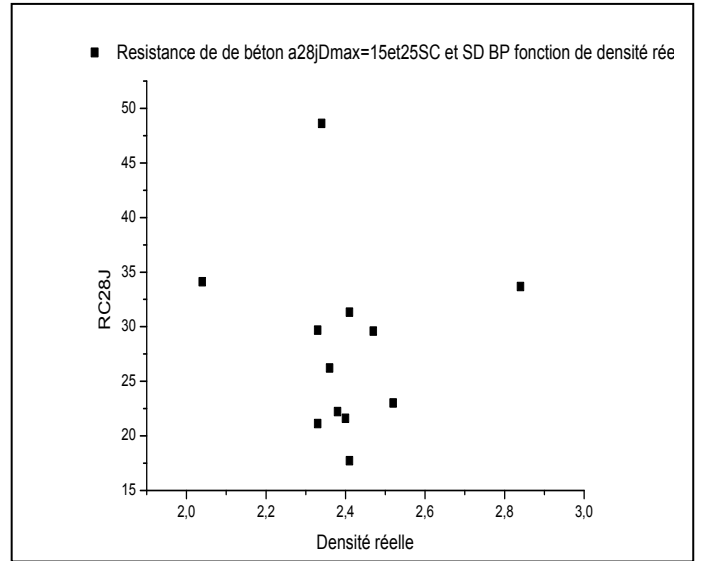
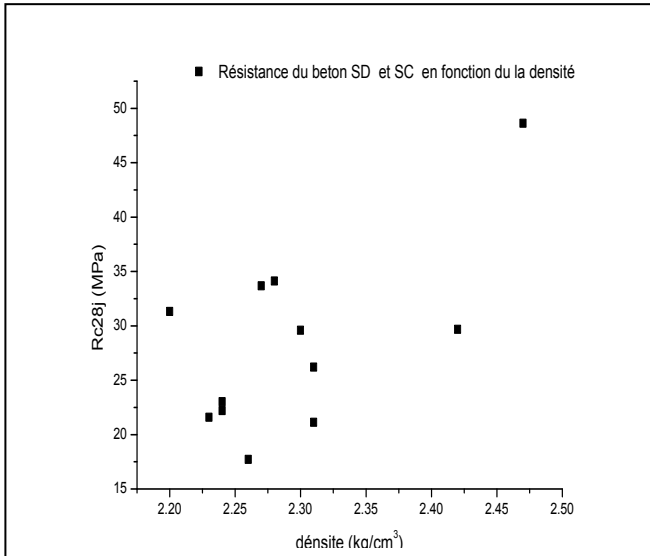


	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,621	6,212	1,122	,7217	9,62	2,212	9,682	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
Affaissement	,96	5	,14	3,1	4,8	,24	,76	0,52	11	,24	16,5	21
Etalement	3,55	59	9,55	57	60	8,55	66	3,58	72	,569	3,58	56

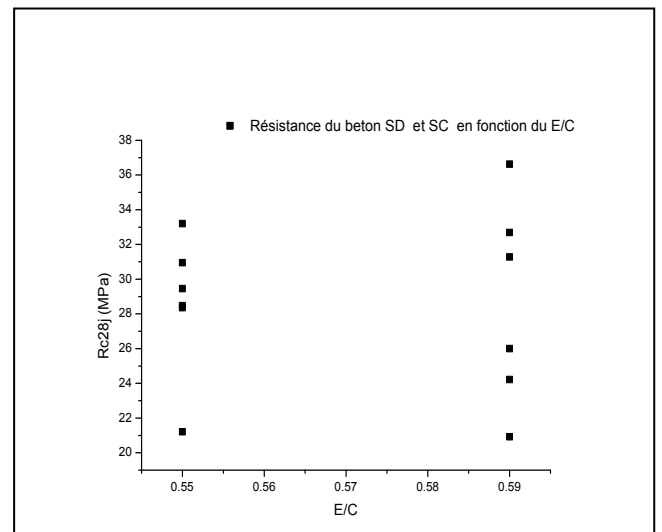
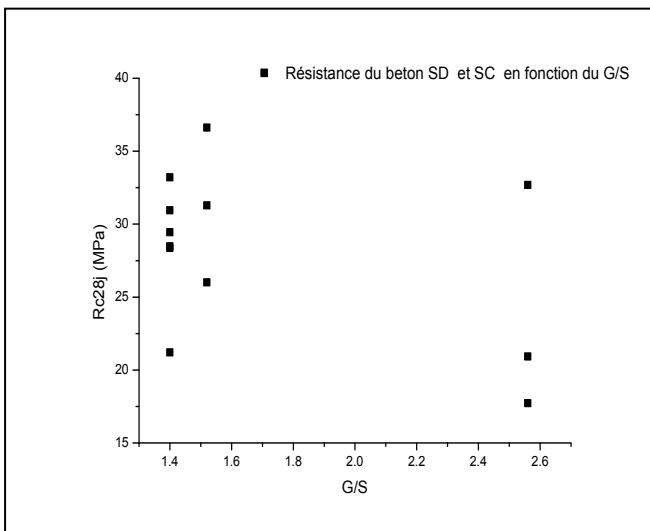


	SC						D					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,621	6,212	1,122	,7217	9,62	2,212	9,682	,6248	,1234	,0223	,6833	,3231
La densité	,332	,322	,322	,312	,502	,262	,382	,382	,292	,332	,312	,462

La densité réelle	,392	,362	,332	,332	,342	,042	,412	,472	,382	,522	,482	,412
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

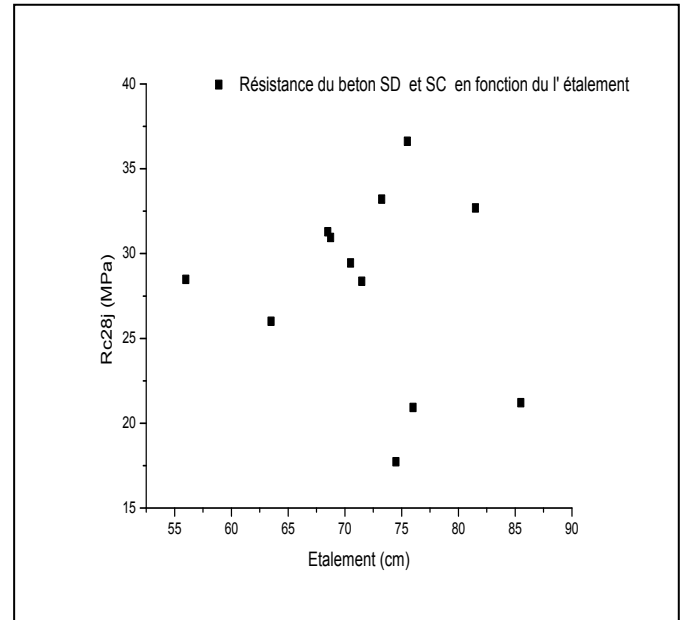
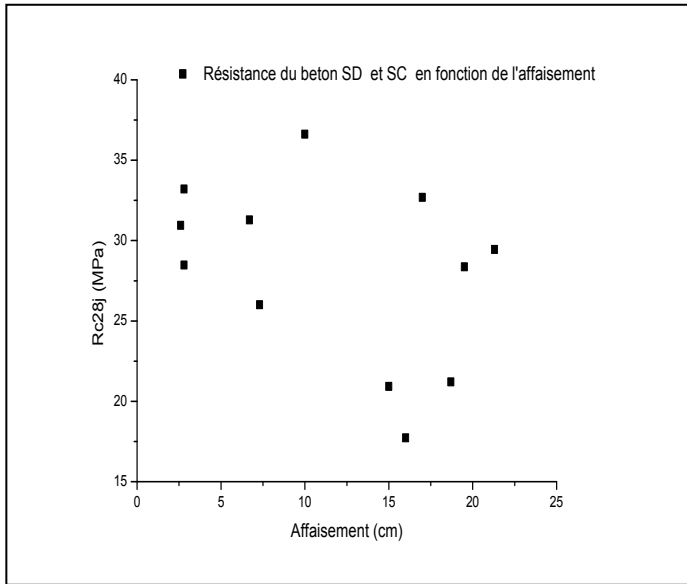


	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,4728	33,20	30,95	,0026	,6236	,2831	1,212	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
E/C	0,55			0,59			0,55			0,59		
G/S	,41			,521			,41			,562		

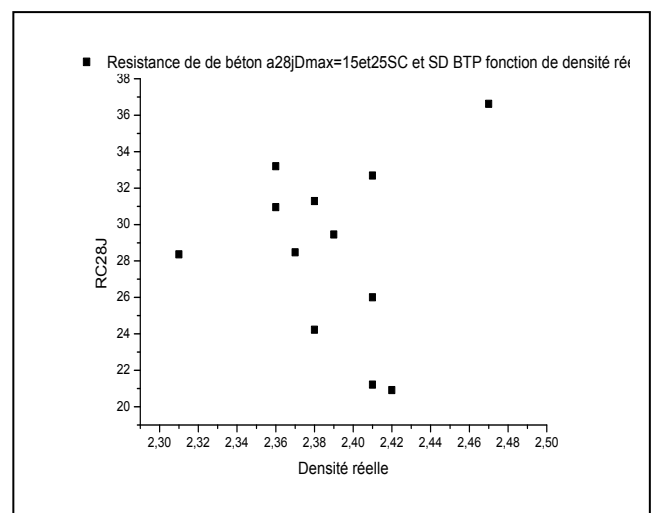
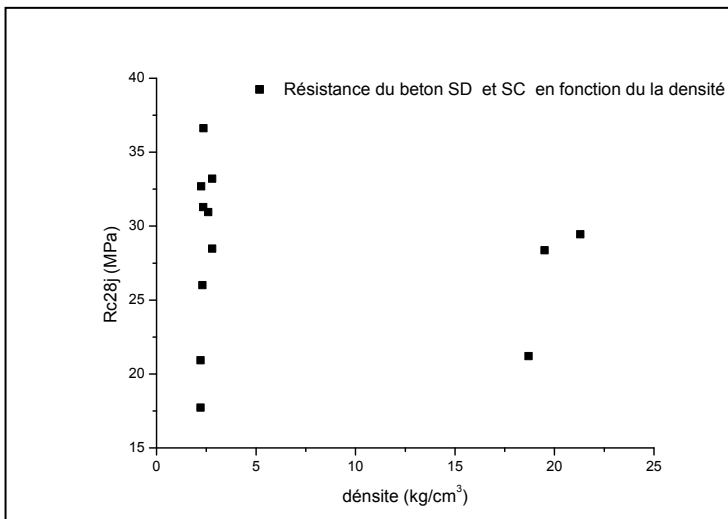


	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,4728	33,20	30,95	26	,6236	,2831	1,212	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
Affaissement	,82	,82	,62	3,7	10	,76	,718	1,32	,519	15	17	16

Etalement	56	,2573	8,756	,563	,575	,568	5,58	,570	,571	76	1,58	,574
-----------	----	-------	-------	------	------	------	------	------	------	----	------	------



	SC						SD					
	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}	B _t	B _{aj}	B _{dd}
Rc 28j	,4728	33,20	30,95	26	,6236	,2831	1,212	,4529	,3628	,9120	,6932	,2224
La densité	,282	,262	,312	,312	,362	,352	,462	,412	,322	,222	,252	,222
La densité réelle	,372	,362	,362	,412	,392	,312	,482	,332	,452	,422	1,412	,382



Interprétation des résultat

Après les résultats de cette partie représentent l'évaluation de la résistance de la compression à 28j en fonction des paramètres E/C, G/S, Affaissement et Etalement on peut remarquer les valeurs de affaissement et étalement et augment la résistance et augment, par contre les valeur

de les rapporte E/C et G/S diminue la résistance diminue donc mauvaise la technique de mise en oeuvre

CONCLUSION

Dans cette partie nous avons présenté les résultats d'étude expérimentale concernons les propriétés des bétons et leur influence, nous avons montré influence de la valeur d'affaissement sur le rapport G/S, la densité est la résistance de la compression, nous avons présenté un série des résultats des granulats koussan

*les pourcentage des fins sur le sable concassé (P= 2,09%)supérieur par à pour sable de dune donc l'ouvrabilité et la résistance est démunie

*la densité de béton frais et toujours supérieur à la densité du béton durcie

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Les méthodes de formulation des bétons sont nombreuses et diverses, mais peuvent s'accorder en trois critères essentiels que sont :

D'un matériau fin (ciment, addition.ect) pour réduire les risques de ressuage et de ségrégation par suite d'une grande fluidité et une stabilité que nécessitent les bétons.

Un squelette granulaire optimise garanti par une continuité des courbes granulométriques des différents granulats (sables et gros granulats).

L'emploi de plastifiant (ouvrabilité) afin d'assurer une fluidité suffisante tout en gardant le rapport E/C raisonnable pour sauvegarder la résistance mécanique.

L'optimisation du squelette granulaire par la méthode graphique de Dreux-Gorisse a donné des résultats encourageants. il est vrai aussi que le choix des granulats (carrier de kousserne) notamment la finesse des sables (sable de dune ou concassé) et la grosseur maximale des graviers ($D_{max} = 15\text{mm}$ ou 25mm) est un paramètre non-négligeable, être un paramètre déterminant dans l'obtention d'un béton à caractère béton.

L'introduction d'une addition fine telle que le fumée de silice est tout à fait justifié a un dosage optimum qui se situerait vraisemblablement inférieure à 11 % selon la norme EN 206.1, pour produire des bétons avec des caractéristiques qui s'inscrivent dans les valeurs préconisées par les normes et permet même une certaine amélioration des résistances mécaniques par effet de remplissage résultant de l'emploi de fumé de silice.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Les mémoire et thèse

[1]:k. Tayable Hammani, C.Bouyahia .2018«influence des effets de température et de conservation sur la résistance mécanique du béton », mémoire de fin d'étude ,université Ahmed Draia Adrar.

[2]:N.Hachmami, A.Boussa .2017«influence des différente granulométries du sable sur le comportement mécanique du béton »,mémoire de fin d'étude, université de M'hemed Bougara Boumerdes .

[3]:N.Arrousi, A.Dahman.2018« formulation du béton à base de matériaux locaux et addition minéral(Fumée de silice), mémoire de fin d'étude ,université Ahmed Draia Adrar.

[4] :B.Hacene, 2009«Contribution a l'étude de la résistance caractéristique des béton de la région de Tlemcen»,thèse de doctorat ,université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen.

Les livres

[5]: Jeau Festa, Georges Dreux «Nouveaux guide de béton et de ses constituants», Etude Eyolle France,2006.

Fiche technique:

[6]:fiche technique adjuvant plastifiant

[7]:fiche technique Analyse chimique de l'eau de gâchage

[8]:**Georges Dreux** « Béton hydraulique, les compositions du béton ».

Les sites web

[8]: <http://WWW.granitex.dz>, medaflow30-Granitex11h:30min

Les normes

- ❖ NF EN 206-1 : Caractéristiques des L'eau de gâchage utilisé:
- ❖ NEN P 18-558Essai masses volumiques des ciments.
- ❖ NEN 196-3 : L'essai de consistance. 2
- NEN 196-3: Essai de prise du ciment
- ❖ NEN 196-1 : Essai sur mortier

- ❖ NF P 18-554 Décembre 1990 : La masse volumique
 - ❖ NF P 18-560 : Analyse granulométrique des granulats
 - ❖ EN 13139 : Module de finesse
 - ❖ NF P 18-554 Décembre 1990: Absorption d'eau de gravier
 - ❖ NF P 18-554 Décembre 1990 : Absorption d'eau de sable
 - ❖ NFP 18-591 : Propreté pour granulat
 - ❖ NA 455/EN933-8 Décembre : l'équivalent de sable
 - ❖ NA 455/EN933-8 Décembre : L'équivalent de sable A 10% de fines
 - ❖ NFP-18 561 Décembre 1990 : Coefficient d'aplatissement
 - ❖ NA5129/EN1097-2 : Los Angeles
 - ❖ NA5129/EN1097-1 : Micro Deval en présence d'eau
 - ❖ NF EN 934 -2 : Les adjuvants
 - ❖ EN 206-1: Addition minérales
 - ❖ (NF P 78-502) : Fumée de silice
- EN 12350-6 : La masse volumique du béton à l'état frais
- EN (12350-21) : L'essai d'affaissement au cône D'Abrams
- NF EN 13791 : Mesure la résistance mécanique avec scléromètre.
- EN 12390-4 : Résistance à la compression

Annexes

ANNEXE

Fiche Technique Adjuvant Plastifiant

Notice technique
Edition Janvier 2012
Notice n° 1.19
Version n° 01.2012
SIKAPLAST® BV 40 +

SIKAPLAST® BV 40 +

Plastifiant/Réducteur d'Eau pour hautes résistances mécaniques.

Conforme à la norme NF EN 934-2 tab. 1 et 2

Construction

Présentation SIKAPLAST® BV 40 + est un plastifiant réducteur d'eau pour haute résistance mécanique non chloré et prêt à l'emploi, à base de polycarboxylates modifiés, qui se présente sous la forme d'un liquide marron.

Domaines d'application SIKAPLAST® BV 40 + permet d'obtenir des bétons plastiques ayant de fortes résistances mécaniques à court et à long terme.

- bétons à hautes performances,
- bétons précontraints,
- bétons préfabriqués étuvés.
- bétons avec des granulats concassés,
- bétons retarder en surdosage.

Pour les bétons étanches, le SIKAPLAST® BV 40 + diminue l'absorption capillaire des bétons et augmente leur compacité. Il permet donc de réduire la pénétration de l'eau et peut être utilisé dans les cas suivants: bétons enterrés, réservoirs, piscines, etc.

A dosage élevé, le SIKAPLAST® BV 40 + augmente le temps de prise du béton. La température jouant un rôle important, il est bon de procéder à des essais.

Le SIKAPLAST® BV 40 + est compatible avec nos entraîneurs d'air SIKA AER et SIKA AER5. Cette combinaison conduit à :

- l'amélioration des résistances aux cycles gel-dégel,
- la possibilité de coulage en continu (béton extrudé, béton routier),
- l'amélioration des résistances de tous bétons situés dans les zones de marnage.

Caractères généraux SIKAPLAST® BV 40+ est un plastifiant réducteur d'eau à haute performance qui confère au béton les propriétés suivantes :

- haute réduction d'eau,
- maintien prolongé de la rhéologie,
- robustesse vis-à-vis de la ségrégation,
- bel aspect de parement au décoffrage.

CLASSIFICATION 3R



RHÉOLOGIE	RÉSISTANCES INITIALES	RÉDUCTION D'EAU
4	2	3

Caractéristiques

Aspect Liquide marron

Conditionnement

- Bidon de 5 kg
- Bidon de 10 kg
- Fût de 220 kg
- Cubitenaire de 1000 kg



Annexe II : Analyse Chimique de l'Eau de Gâchage

Construction

Stockage	Dans un local fermé, à l'abri de l'ensoleillement direct et du gel, entre 5 et 30 °C. Le produit peut geler, mais, une fois dégelé lentement et réhomogénéisé, il retrouve ses qualités d'origine. En cas de gel prolongé et intense, vérifier qu'il n'a pas été déstabilisé.
Conservation	Un an dans son emballage d'origine intact
Données techniques	
densité	1,040 ± 0,015
pH	4,7 ± 1
Teneur en ions Cl ⁻	≤ 0,1 %
Teneur en Na ₂ O Eq.	≤ 0,5 %
Extrait sec	11.5 ± 1,5 %
Conditions d'application	
Dosage	Plage d'utilisation recommandée : 0,3 à 1,5 % du poids de liant selon les performances recherchées. Dosage usuel du SIKAPLAST® BV40 + : 0,3 % à 1 %.
Mise en œuvre	SIKAPLAST® BV 40 + est ajouté, soit, en même temps que l'eau de gâchage, soit en différé dans le béton préalablement mouillé avec une fraction de l'eau de gâchage.
Précautions d'emploi	En cas de contact avec la peau, laver abondamment à l'eau.
Mentions légales	
Produit réservé à un usage strictement professionnel. Nos produits bénéficient d'une assurance de responsabilité civile. «Les informations sur la présente notice, et en particulier les recommandations relatives à l'application et à l'utilisation finale des produits SIKA, sont fournies en toute bonne foi et se fondent sur la connaissance et l'expérience que la Société SIKA a acquises à ce jour de ses produits lorsqu'ils ont été convenablement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales. En pratique, les différences entre matériaux, substrats et conditions spécifiques sur site sont telles que ces informations ou toute recommandation écrite ou conseil donné n'impliquent aucune garantie de qualité marchande autre que la garantie légale contre les vices cachés. Notre responsabilité ne saurait d'aucune manière être engagée dans l'hypothèse d'une application non conforme à nos renseignements. Les droits de propriété détenus par des tiers doivent impérativement être respectés. Toutes les commandes sont acceptées sous réserve de nos Conditions de Vente et de Livraison en vigueur. Les utilisateurs doivent impérativement consulter la version la plus récente de la fiche technique correspondant au produit concerné, qui leur sera remise sur demande.»	



Sika El Djazair
08 route de l'Arbaa, 16111 Eucalyptus
Alger/ ALGERIE
Web : dza.sika.com

Tel.: 213 (0) 21 50 21 84
213 (0) 21 50 16 92 à 95
Fax: 213 (0) 21 50 22 08





وزارة الموارد المائية
MINISTÈRE DES RESSOURCES EN EAU

الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

Créé par décret N° 81 / 167 du 25 Juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 402.003.221

Demandeur : ETUDIENTE
Analyse demandée : A.F
Date de réception : 02-05-2018
N° de laboratoire : 4878
EAU DE ROBINET
UNIVERSITE
ADRAR

Designation :

RESULTATS D'ANALYSES

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PH	7.57	$\geq 6,5$ et ≤ 9	Calcium Ca++ mg/l	80	200.00
Conductivité ms/cm	1.36	2.80	Magnes. Mg++ mg/l	33	150.00
Turbidité eau brute NTU	-	5.00	Sodium Na+ mg/l	160	200.00
Turbidité eau déc. NTU	-		Potass. k+ mg/l	7	12.00
Residu sec à 110° C mg/l	850.00	1500.00	Chlorure Cl- mg/l	214	500.00
Temperature °C	-	25.00	Sulfate SO4-- mg/l	228	400.00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbon. HCO3- mg/l	162	-
			Carbonate CO3-- mg/l	0	-
Oxygène Dissous mg/l	-		Silice SiO2 mg/l	-	-
Ammonium NH4+ mg/l	1.020	0.50	TH °F	33	-
Nitrite NO2- mg/l	0.000	0.20	TAC °F	13	-
Nitrate NO3- mg/l	22.78	50.00	TA °F	0	-
O.phosphate PO4- mg/l	0.000	0.50	Minéralisation mg/l	843	-
Mat. Ox.(mil. Ac.) mg/l O2	1.40	5.00	Somme des ions mg/l	906	-
Fer mg/l	-	0.30	F- mg/l	-	-

INTERPRETATION :

Eau minéralisée de bonne qualité physico-chimique

le prélèvement a été fait par le demandeur

CHEF DU LABORATOIRE

MEDAFLOW 30

Conforme à la norme EN 934-2: TAB 1, TAB 3.1
ET TAB 3.2 NA.774.

Super plastifiant
Haut réducteur d'eau

DESCRIPTION

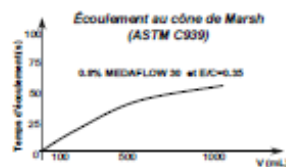
Le MEDAFLOW 30 est un super plastifiant haut réducteur d'eau de la troisième génération. Il est conçu à base de polycarboxylates d'Ether qui améliorent considérablement les propriétés des bétons. Le MEDAFLOW 30 permet d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité. En plus de sa fonction principale de superplastifiant, il permet sans modifier la consistance, de réduire fortement la teneur en eau du béton. Le MEDAFLOW 30 ne présente pas d'effet de retard de prise.

DOMAINES D'APPLICATION

- Les bétons de préfabrication.
- Les bétons prêts à l'emploi.
- Les bétons lourds et légers.
- Les bétons d'ouvrages d'art.
- Les bétons de dallages industriels.
- Les bétons de bâtiment.
- Les bétons précontraints.
- Les bétons pompés.
- Les bétons pour fondations profondes.
- Les bétons pour ouvrages fortement ferraillés.
- Les bétons soumis à des milieux agressifs.
- Les SH-P, SH+P et BUHP.
- Les bétons autonivelants - bétons autoaplanants.
- Les bétons architecturaux.

PROPRIÉTÉS

Grâce à ses propriétés le MEDAFLOW 30 permet :
Sur béton frais :
- Obtention d'un rapport E/C très faible
- Amélioration considérable de la fluidité
- Une très bonne maniabilité
- Éviter la ségrégation
- Faciliter la mise en œuvre du béton



Sur béton durci :

- Augmenter les résistances mécaniques à jeune âge et à long terme (voir tableau).
- Diminuer la porosité
- Augmenter la durabilité
- Diminuer le retrait et le risque de fissuration

Désignation	Rc (MPa)		
	3J	7J	28J
MEDAFLOW 30 (1.4%)	39.2	54.7	62.2

CARACTÉRISTIQUES

- Aspect Liquide
- Couleur Brun clair
- pH 6 - 6,5
- Densité 1,07 ± 0,01
- Teneur en chlore < 0,1 g/l
- Extrait sec 30%

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

**MEDAFLOW 30****MODE D'EMPLOI**

Le MEDAFLOW 30 ne doit pas être ajouté directement dans l'eau de gâchage, mais après un temps préalable de malaxage et après que 50 à 70% de l'eau de gâchage ait été ajoutée.

Le MEDAFLOW 30 peut être aussi ajouté directement dans le camion malaxeur (toupie), et après l'introduction de la dose convenable, le malaxeur devra tourner à grande vitesse pendant 2 à 3 minutes après l'introduction du superplastifiant ;

Il est conseillé d'ajouter le MEDAFLOW 30 à un béton qui ne soit pas trop ferme

DOSSAGE

Plage de dosage recommandée :
0,5 à 2,0 % du poids de ciment soit 0,46 à 1,85 litre 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 MEDAFLOW 30 est conditionné en bidons de 10Kg, fûts de 210 Kg et 240 Kg, cubitinaire 1100kg.

Délai de conservation :

Une année dans son emballage d'origine, à l'abri du gel et de la chaleur (5°C < t < 35°C).
Lors d'une exposition du produit au soleil, sa couleur est sujette à changer de ton.

PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

Manipulation non dangereuse.

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

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



الملخص

تشكيل خرسانة هي عملية معقدة تتطلب إيجاد تركيبة جيدة من المواد الملائمة و الكميات المناسبة لكل مادة للحصول على تشكيلة تلبى خصائص هذه الخرسانة (سيولة وتجانس).

لذا قمنا في هذا العمل بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المستعملة في تشكيل هذه الخرسانة (حصى ورمل كوسان وأسمنت أولف) لمنطقة أدرار مستخدمين في ذلك مقويات وإضافات (دخان السيليس) بهدف معرفة مدى مساهمة هذه الإضافة في تحسين مستوى مقاومة الخرسانة للضغط و إمكانية تشكيل خرسانة انطلاقا من المواد المحلية وخصوصا حصى ورمل كوسان لولاية ادرار.

و في الأخير استنتجنا أن هذه الدراسة تسمح لنا بتشكيل خرسانة ذات جودة ميكانيكية مقبولة (مقاومة للضغط) تلبى الاقتراح المدروس.

الكلمات المفتاحية الخرسانة , مقاومة الضغط , الحصى والرمل, مواد محلية

Résumé

La formulation d'un béton est une opération complexe qui nécessite de trouver une bonne combinaison de matériaux compatibles et le dosage convenable de chacun de ses constituants afin d'obtenir une formulation répondant aux propriétés des bétons (fluidité et homogénéité et la résistance mécanique à la compression(R_{c28j})).

Dans ce travail, nous avons étudié les propriétés physiques et chimiques des matériaux utilisés dans la formation de ce béton (gravier, sable, kossan et ciment de Aoulef) pour la région de l'Adrar, en utilisant les additifs siliciques et les additifs pour déterminer la contribution de cet ajout à améliorer la résistance du béton à la pression et la possibilité de former du béton. Des matériaux locaux, en particulier le gravier et le sable de Kossan à wilaya d'Adrar.

En conclusion, nous avons conclu que cette étude permet de réaliser un béton de qualité mécanique acceptable (résistance à la pression) conforme à la proposition étudiée.

Mots-clés : béton, résistance à la pression, gravier et sable, matériaux locaux

Abstract

The mix design of a self-compacting concrete (SCC) is a complex operation that requires finding a good combination of compatible materials, and the proper dosage of each of these components in order to obtain a formulation that meets the properties of SCC (fluidity and homogeneity).

In this work, we studied the physical and chemical properties of the materials used in the formation of this concrete (gravel, sand, kossan and Aoulef cement) for the Adrar region, using the silicic additives and additives to determine the contribution of this addition to improve the resistance of concrete to pressure and the possibility of forming concrete From local materials, especially gravel and sand of Kossan to the state of Adrar.

In conclusion, we concluded that this study allows us to form concrete with acceptable mechanical quality (resistance to pressure) that meets the studied proposal.

Keywords concrete: pressure resistance, gravel and sand, local materials